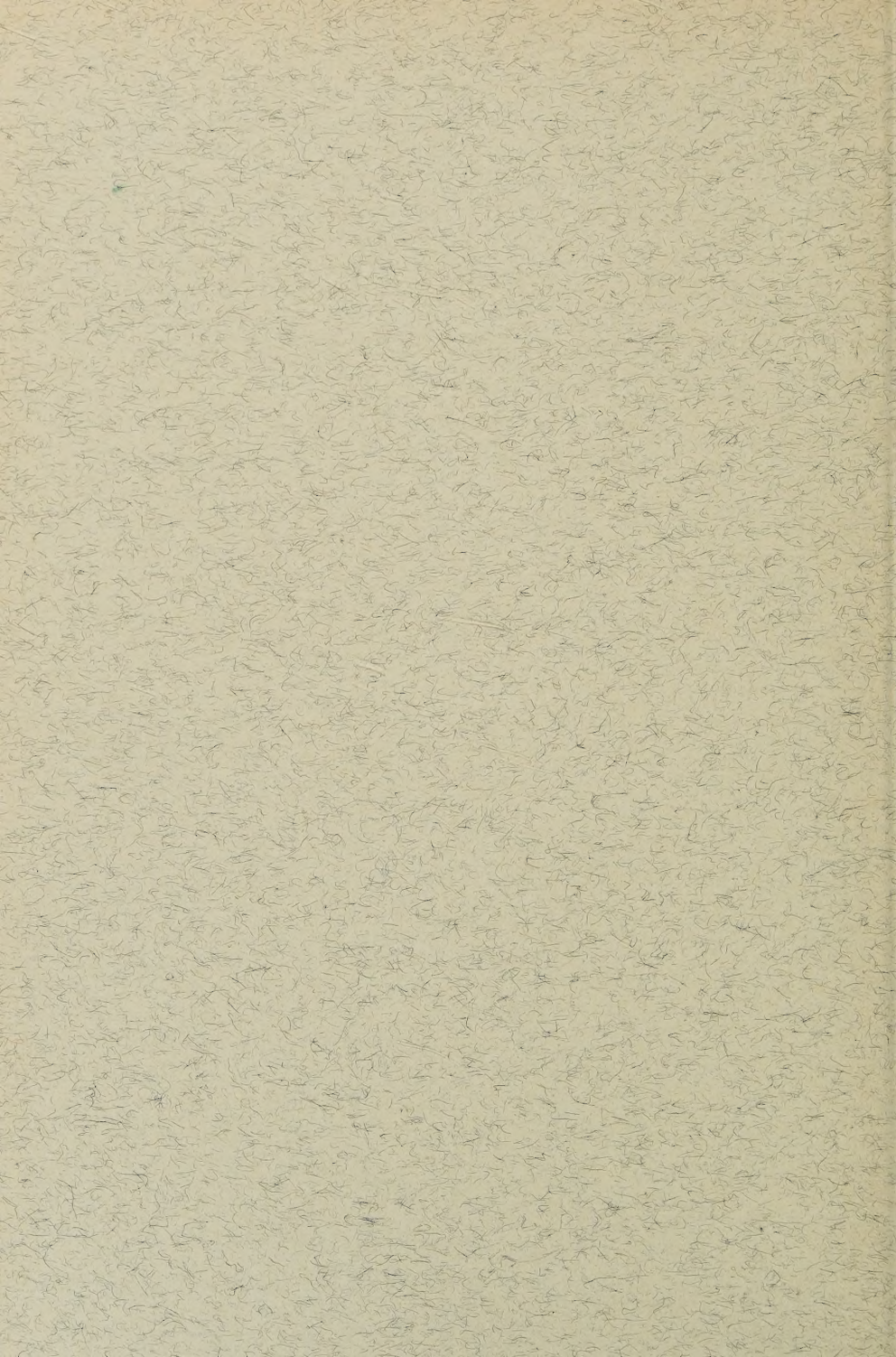


KURT ROHRICHT

**Probleme der Strombedarfsprognose
bei kommunalen Elektrizitätswerken**

Münster 1963



Probleme der Strombedarfsprognose bei kommunalen Elektrizitätswerken

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des
akademischen Grades eines Doktors der Wirtschaftswissenschaft
durch die
Rechts- und Staatswissenschaftliche Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität
zu Münster

vorgelegt von
Diplom-Kaufmann
KURT RÖHRICHT
aus Mayen

1964



1. Berichterstatter: Prof. Dr. Koch
2. Berichterstatter: Prof. Dr. Schnettler
Dekan: Prof. Dr. Fikentscher

Tag der mündlichen Prüfung: 19. Dezember 1963

Meinen Eltern



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555204_0053

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
I. Begriffsbestimmungen	1
II. Problemstellung	2
III. Plan der Untersuchung	9
 Hauptteil	 10
<u>Kapitel I Das Problem des Prognosezeitraumes</u>	 10
§ 1 Die Bedeutung der Ungewißheit über die Entwicklung des Elektrizitätsbedarfs für die gegensätzlichen Aufgaben der EVU	10
A. Die Aufgaben der EVU	10
I. Die Sicherheit der Versorgung	10
II. Die Gewinnerzielung bei niedrigen Stromverkaufspreisen	10
B. Die Ungewißheit der Elektrizitätsbedarfsprognose	12
 § 2 Die Spaltung des Prognosezeitraumes	 15
A. Die Spaltung des Prognosezeitraumes für die Kraftwerksplanung	15
I. Der Bereitstellungsabschnitt	15
II. Der Tendenzabschnitt	16
III. Zusammenfassung und Folgerungen	18
B. Die Spaltung des Prognosezeitraumes für die Ertragsvorschau	21

<u>Kapitel II</u>	<u>Das Generalproblem der übergeordneten</u>	
	<u>Prognosemethode</u>	23
Vorbemerkungen		23
§ 1	Die Methoden	24
	A. Die Faustregelmethode	24
	B. Die induktive Methode	27
	C. Die deduktive Methode	28
	D. Der Analogieschluß	30
	E. Die Extrapolation	32
	I. Die direkte Extrapolation	32
	II. Die indirekte Extrapolation	42
§ 2	Ergebnis	43
<u>Kapitel III</u>	<u>Probleme der Prognose bei direkter</u>	
	<u>Extrapolation</u>	45
§ 1	Die Wahlmöglichkeit zwischen einer globalen Prognose und einer Sektorenprognose	45
	Vorbemerkungen	45
	A. Gesichtspunkte für die Entscheidung	46
	B. Möglichkeiten der Sektorenbildung bei einer Entscheidung für die Sektorenprognose	51
§ 2	Die Ermittlung des Trends	56
	A. Inwieweit sollen Störungsfaktoren berück- sichtigt werden?	56
	B. Welcher Zeitraum der Vergangenheit soll der Trendberechnung zugrunde gelegt werden?	58
	C. Die Methoden der Trendberechnung	61
	I. Die zeichnerische Methode	61
	II. Die Methode der gleitenden Durchschnitte	61
	III. Die Methode der kleinsten Quadratsumme	62
	IV. Ergebnis	63

§ 3	Die Methoden	65
	Vorbemerkungen	65
A.	Die Extrapolation des Trends bei Annahme einer autonomen Eigengesetzlichkeit	65
I.	Die Extrapolation des absoluten Elektrizitätsbedarfs	65
II.	Die Extrapolation der relativen Zuwachsraten	66
B.	Die Extrapolation des Trends unter Annahme eines vorgegebenen biologischen Wachstumsgesetzes	74
I.	Die Wendepunktmethode	74
II.	Die Grenzwertmethode	77
C.	Ergebnis	82
<u>Kapitel IV Probleme der Prognose bei indirekter Extrapolation</u>		83
§ 1	Die den Strombedarf beeinflussenden Faktoren	83
A.	Die Generalfaktoren	83
I.	Die Höhe der Produktion	83
II.	Der Strombedarf je Produktionseinheit	84
B.	Einzelfaktoren bei verschiedenen Verbrauchergruppen	85
	Vorbemerkungen	85
I.	Industrie und Gewerbe	86
II.	Haushalt	87
III.	Landwirtschaft	88
IV.	Verkehr	88

C. Kann das EVU einzelne Faktoren wesentlich beeinflussen?	88
I. Die Preispolitik	89
II. Die Politik der Baukostenzuschüsse	94
III. Die Werbung	95
IV. Ergebnis	96
D. Die Berücksichtigung der Konkurrenzenergien	97
§ 2 Voruntersuchung über die anzuwendenden Methoden	101
A. Problemstellung	101
B. Die methodischen Gegensätze	102
I. Mehrfachregression	102
II. Einfache mathematische Methoden	107
C. Ergebnis	110
§ 3 Die Methoden	114
A. Einfachregression mit einem exogenen Parameter	114
I. Das Bruttosozialprodukt und das Bruttoinlandsprodukt (Globalprognose)	114
II. Der Industrieproduktionsindex (Sektorenprognose)	118
B. Die Schätzung spezifischer Strombedarfsziffern	126
I. Die Bestimmung der Bezugsgrößen und die Schätzung ihrer Entwicklung	126
1. Globalprognose: Die Einwohner des Versorgungsgebietes	127
2. Sektorenprognose:	132
a) Industrie und Gewerbe	132
(1) Bei homogenem Fertigungsprogramm: Die Erzeugniseinheiten	132
(2) Bei heterogenem Fertigungsprogramm	134
(a) Die Arbeiter bzw. die Beschäftigten	134

(b) Die Arbeiter- bzw. die Beschäftigtenstunden	138
(c) Der Nettoproduktionswert	139
(d) Der Umsatz	141
(e) Ergebnis	141
b) Haushalt	143
(1) Die Einwohner	143
(2) Die Wohnungseinheiten	144
(3) Die Haushaltungen	145
(4) Ergebnis	145
c) Handel, Dienstleistungen, Kleingewerbe	147
d) Die Landwirtschaft	147
e) Der Verkehr	148
f) Behörden, Eigenbedarf, Sonstige	148
II. Die Schätzung des spezifischen Strombedarfs je Einheit der Bezugsgröße	148
1. Die Berücksichtigung des Einflusses außer- gewöhnlicher Ereignisse	148
2. Die Ermittlung des spezifischen Strombedarfs für die Vergangenheit	151
3. Gesichtspunkte für die Bestimmung der heranzuziehenden Faktoren unter Berücksichtigung der Möglichkeiten einer Quantifizierung ihres Einflusses	152
a) Gesichtspunkte für die Auswahl der Faktoren	152
b) Die Quantifizierung des Einflusses der Faktoren	154
4. Die Schätzung des spezifischen Strombedarfs in den einzelnen Sektoren, Möglichkeiten und Grenzen	156
a) Industrie und Gewerbe	156
(1) Die Einzelfaktoren	156
(a) Die Arbeitszeitverkürzung	157
(b) Die Beschäftigung	160
(2) Der Gruppenfaktor	161

b) Haushalt	162
(1) Die Problematik einer Faktoranalyse für den Haushaltsstrombedarf	162
(2) Die Prognose des spezifischen Haushaltsstrombedarfs mit Hilfe einer unmittelbaren Schätzung der Geräteausrüstung und des Strombedarfs der Elektrogeräte	168
c) Handel, Dienstleistungen, Kleingewerbe	173
d) Landwirtschaft	175
e) Verkehr	176
f) Behörden, Eigenbedarf, Sonstige	177
C. Die Befragung der Abnehmer	177
I. Möglichkeiten und Grenzen einer Befragung	177
1. Industrie und Gewerbe	178
2. Haushalte	180
3. Übrige Sektoren	181
II. Der Aufbau der Fragebogen	181
1. Industrie und Gewerbe	181
2. Haushalte	184
<u>Kapitel V Probleme der Prognosekontrolle</u>	186
§ 1 Die Aufgaben der Prognosekontrolle	186
§ 2 Die Durchführung der Prognosekontrolle	188
A. Der Umfang der Prognosekontrolle	188
B. Die Korrektur der Prognose	190
S c h l u ß	195
Literaturverzeichnis	Blatt I - III
Lebenslauf	Blatt IV

E i n l e i t u n g

I. Begriffsbestimmungen

Als kommunale Elektrizitätsversorgungsunternehmen bezeichnet man im Sprachgebrauch der Elektrizitätswirtschaft denjenigen Teil der Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU), deren Stammkapital sich ausschließlich in der Hand der Gemeinden und Gemeindeverbände befindet. Rechtsformen sind die Aktiengesellschaft, die Gesellschaft mit beschränkter Haftung und der nicht rechtsfähige Wirtschaftsbetrieb der öffentlichen Hand (Eigenbetrieb). Das Wesentliche an dieser Abgrenzung ist jedoch eine Aussage über die Größenordnung dieser EVU: es sind diejenigen Elektrizitätserzeuger und -verteiler, deren Versorgungsgebiet sich nur auf eine Stadt oder auf mehrere Stadt- und Landkreise erstreckt. Bei der letztgenannten Gruppe handelt es sich um die Regionalversorgungsunternehmen, die von den Verbundunternehmen (RWE, VEW, Preag usw.) zu unterscheiden sind.

Die mittelfristige Elektrizitätsbedarfsprognose stellt eine vorausschauende Beurteilung der Strombedarfsentwicklung dar, durch die Unterlagen für die Planung der Kraftwerke und die damit zusammenhängenden Wirtschaftlichkeitsrechnungen und Finanzierungsüberlegungen bereitgestellt werden sollen. Dabei wird unter der Planung die Gesamtheit der Entscheidungen verstanden, durch welche die Unternehmung im voraus festgelegt wird¹⁾. Der Begriff der Mittelfristigkeit ist also zweckgebunden und insofern zeitlich nicht fest umrissen. Es ist eine der Aufgaben des Hauptabschnittes, die Frage zu klären, inwieweit dieser Zeitraum näher bestimmt werden kann bzw. muß.

¹⁾ Koch, Helmut (I), Betriebliche Planung, Wiesbaden 1963, S. 11

Unter dem Strombedarf wird die elektrische Arbeit verstanden, die in Kilowattstunden (kWh) ausgedrückt wird. Um die Auslegung der Kraftwerkseinheiten, ihre Zusammensetzung sowie den Zeitpunkt der Inbetriebnahme berechnen zu können, muß jedoch die künftige Leistung geschätzt werden. Die Leistung wird errechnet, indem der Strombedarf (kWh) durch die Benutzungsdauer der Höchstlast (h) dividiert wird:

$$kW = \frac{kWh}{h}$$

Die Benutzungsdauer ist eine sich innerhalb des Prognosezeitraumes im Regelfall nur wenig bzw. recht gleichmäßig ändernde Größe. Auf sie wird im weiteren Verlauf der Untersuchung nicht weiter eingegangen. Die Arbeit befaßt sich ausschließlich mit den bei der Prognose des Strombedarfs (kWh) auftretenden Problemen.

II. Problemstellung

In der vorliegenden Arbeit sollen die Möglichkeiten der mittelfristigen Strombedarfsprognose für die verhältnismäßig kleinen Versorgungsgebiete der kommunalen EVU untersucht werden. Die mittelfristige Strombedarfsprognose hat, wie schon erwähnt, den Zweck, den auf ihr aufbauenden Investitionsentscheidungen eine möglichst sichere Kenntnis der künftigen Strombedarfsentwicklung zu bieten. Die Investitionsentscheidungen sind durch die weitgehende Unteilbarkeit der Kraftwerksanlagen, deren völlige Unelastizität in bezug auf ihre Verwendung, die Unmöglichkeit, die Anlagen wieder zu veräußern und die etwa 15- bis 20-jährige Dauer ihrer Nutzung für den Ablauf der Unternehmung von entscheidender Bedeutung. In den letzten Jahren hat besonders die Unteilbarkeit der Anlagen erheblich zugenommen, weil die Mitteldruckanlagen den in der Kapazität bedeutend größeren und erheblich teureren Hochdruckanlagen wegen der günstigeren Wirkungsgrade dieser Aggregate weichen mußten.

Das folgende Zahlenbeispiel mag die Verantwortung, die von der Unternehmungsleitung bei der Kraftwerksplanung übernommen wird, verdeutlichen.

Die Ausgaben für die Stromerzeugungsanlagen betragen bei Wärmekraftwerken erfahrungsgemäß 500 bis 700 DM je kW installierte Leistung. Bei einem mittleren Preis von 600 DM je kW müssen für einen Block mit einer Leistung von 100 MW (100 000 kW) also rd. 60 Mill. DM aufgebracht werden. Unterstellen wir, daß Fremdkapital in Höhe von 50 Mill. DM zu einem Zinssatz von 7 %, einem Auszahlungskurs von 97 % und einer Laufzeit von 20 Jahren herangezogen wird. Der Zinsaufwand beläuft sich in diesem Fall bei der Effektivverzinsung von 7,15 % auf 3,575 Mill. DM im ersten Jahr. Wird zu früh investiert, ergeben sich die mit der Nichtausnutzung der Kapazität verbundenen üblichen Folgen. Ein Verkauf von Strom an benachbarte EVU ist - wenn überhaupt - erfahrungsgemäß nur zu sehr niedrigen Strompreisen möglich. Im Falle einer zu späten Erweiterung der Erzeugungsanlagen besteht die Gefahr, daß der Strombedarf nicht gedeckt werden kann. Außerdem muß das betreffende EVU auf Grund des § 8 EnergG unter Umständen damit rechnen, daß der Betrieb ganz oder teilweise untersagt und ein anderes EVU in das Versorgungsgebiet eingewiesen wird.¹⁾

Anlaß zu dieser Arbeit sind die Methoden, die bisher von den kommunalen EVU ihrer mittelfristigen Strombedarfsprognose zugrunde gelegt worden sind. Das vorhandene methodische Instrumentarium ist wenig umfangreich und durchweg der Zeit der stürmischen Aufwärtsentwicklung angepaßt. Wie der Verfasser aus zahlreichen Geschäftsberichten und Gutachten sowie auch aus Unterhaltungen mit den Herren der

¹⁾ Gesetz zur Förderung der Energiewirtschaft (Energiewirtschaftsgesetz) vom 13. 12. 1935, RGBl I, S. 1451

Unternehmensleitungen verschiedener kommunaler EVU entnehmen konnte, finden im allgemeinen zwei Methoden Anwendung:

1. Die Methode der direkten Extrapolation
2. Die Faustregelmethode, die besagt, daß sich der Strombedarf in jeweils 10 Jahren verdoppelt.¹⁾

Bei der Methode der direkten Extrapolation wird die bisherige Strombedarfskurve extrapoliert, wobei die globale Extrapolation im Vordergrund steht, die Extrapolation der einzelnen Verbrauchergruppen (Sektorenprognose) hingegen seltener ist. Mit der Faustregelmethode wurde eine für die Elektrizitätswirtschaft spezifische Prognosemethode entwickelt, die auch international - zumindest in der westlichen Welt - als Richtlinie für die Entwicklung des Strombedarfs angesehen wird. Diese an sich nur für größere Gebiete geltende Faustregel ist von den kommunalen EVU übernommen worden. Nach dieser Methode muß sich der Strombedarf bezogen auf das jeweilige Vorjahr um etwa 7,2 % erhöhen. Die Faustregelmethode wird vielfach zur Kontrolle des durch die direkte Extrapolation gewonnenen Ergebnisses herangezogen. Selbständig wird diese Methode hin und wieder angewendet, wenn es gilt, für die Koordinierung der

1) U. a. weisen auf diese Faustregel hin:

Marguerre, F., Verbrauchsorientierte Stromerzeugung, Düsseldorf 1951, S. 13

Huppert, Walter, Gesetzmäßigkeit und Vorausssehbarkeit des wirtschaftlichen Wachstums, Berlin 1957, S. 67

Zentralverband der elektrotechnischen Industrie, Die voraussichtliche Entwicklung der Stromerzeugung in der Bundesrepublik Deutschland 1956 - 1965, Berlin 1957, S. 19

Steiner, H., II, Energieprognosen in Theorie und Praxis, Elektrizitätswirtschaft 1959, S. 588

folgenden und späteren Bauvorhaben einen richtungsweisen-
den Maßstab zu erhalten. Die beiden Methoden werden jedoch
nicht kritiklos zugrunde gelegt, sondern mit einem gewissen
Sachverstand und Fingerspitzengefühl intuitiv variiert.¹⁾

Als alleinige Grundlage für die heutige Investitionsplanung
können diese Methoden jedoch nicht genügend Sicherheiten
für die Genauigkeit des Prognoseergebnisses bieten, da sie
zu sehr auf der Vergangenheit aufbauen und - bei aller In-
tuition - die zu erwartenden Datenänderungen nicht aus-
reichend berücksichtigen können.

In der Literatur sind die bei der mittelfristigen Elektri-
zitätsbedarfsprognose für kommunale Versorgungsgebiete auf-
tretenden Probleme bisher kaum behandelt worden. Die vor-
liegenden Veröffentlichungen befassen sich fast ausschließ-
lich mit der Entwicklung des Strombedarfs für die gesamte
Bundesrepublik. Diese Abhandlungen haben den Zweck, Unter-
lagen für die Entscheidungen der elektrotechnischen In-
dustrie, für die gesamte Energiepolitik usw. zu bilden.²⁾

-
- 1) Eine von der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke
(VDEW) im Jahre 1960 bei 40 EVU durchgeführte Untersu-
chung über die "Elektrizitätsverbrauchs-Prognosen bei
den EVU der Bundesrepublik Deutschland" ergab ebenfalls,
daß nur auf die beiden genannten Methoden zurückgegrif-
fen wurde, wobei das Schwergewicht eindeutig bei der di-
rekten Extrapolation lag. Die Untersuchung blieb unver-
öffentlicht.
- 2) U. a.: Zentralverband der elektrotechnischen Industrie
e. V. (ZVEI), Die voraussichtliche Entwicklung der Strom-
erzeugung in der Bundesrepublik 1956 - 1965, Berlin 1957;
Arbeitsgemeinschaft deutscher wirtschaftswissenschaft-
licher Forschungsinstitute e. V., Untersuchung über die
Entwicklung der gegenwärtigen und zukünftigen Struktur
von Angebot und Nachfrage in der Energiewirtschaft der
Bundesrepublik unter besonderer Berücksichtigung des
Steinkohlenbergbaus, Berlin 1962. Die Untersuchung wurde
auf Beschluß des Deutschen Bundestages vom 12. 6. 1959
durchgeführt.

Die Arbeiten gehen also von ganz anderen Zielsetzungen aus. Außerdem ist der zugrunde gelegte Prognosezeitraum kaum mehr als mittelfristig zu bezeichnen. Im übrigen wollen diese Veröffentlichungen zu einer Aussage über die Höhe des künftigen Strombedarfs gelangen und stellen insoweit keine Untersuchungen methodischer Probleme dar. Bei diesen Strombedarfsprognosen wurden im Regelfall Regressionsmethoden angewendet. Im folgenden muß daher auch geprüft werden, ob und gegebenenfalls inwieweit diese Methoden bei der mittelfristigen Strombedarfsprognose für kommunale Versorgungsgebiete Anwendung finden können. Außerdem ist zu beachten, daß sich bei Prognosen für große Gebiete - darunter sind auch die Versorgungsgebiete der Verbundunternehmen einzuordnen - ein mehr oder weniger großer Teil der Abweichungen von der Prognose gegenseitig ausgleicht und sich als Saldo nur mehr eine Restabweichung ergibt. Diese durch das Gesetz der großen Zahl bestimmte Prognoseerleichterung wirkt sich bei den kommunalen EVU in einem weitaus geringeren Umfang aus.

Daß den Problemen der mittelfristigen Elektrizitätsbedarfsprognose bislang nur geringe Aufmerksamkeit gewidmet wurde, ist leicht zu erklären. Vor dem zweiten Weltkrieg konnte auf Grund der stürmischen Ausdehnung dieses jungen Energiezweiges und auch wegen der Rüstungsanstrengungen gestrotzt mit hohen Zuwachsraten gerechnet werden. Nach dem zweiten Weltkrieg war ein erheblicher Nachholbedarf zu sätigen. Erst etwa ab 1955 waren einige EVU mit konjunkturell empfindlichen Industrien gezwungen, das künftige Wachstum kritischer zu untersuchen.

In jüngster Zeit sind die kommunalen EVU bemüht, nach Möglichkeiten zu suchen, die zu fundierteren Prognoseergebnissen führen. Zu den mit diesen Bestrebungen zusammenhängenden Problemen soll in dieser Arbeit ein Beitrag geleistet werden. Es soll also untersucht werden, welche Probleme bei der Prognose auftauchen und welche Gesichtspunkte

te bei ihrer Lösung zu beachten sind.

Im Hinblick auf die gegenwärtige Praxis der Elektrizitätsbedarfsprognose geht es, ganz allgemein ausgedrückt, um die Frage: "Inwieweit können Fingerspitzengefühl und Intuition bei der Elektrizitätsbedarfsprognose in sinnvoller Weise durch Denkkakte ersetzt werden?" Es muß also schon als ein wesentlicher Fortschritt angesehen werden, wenn der übermäßig große Spielraum, den diese Gefühlsgrößen zur Zeit einnehmen, eingeengt werden kann. Das ist nur möglich, indem die bisher angewendeten Methoden auf Grund ihrer Voraussetzungen auf die von ihnen zu erwartende Genauigkeit überprüft werden und weiterhin untersucht wird, ob es nicht andere Methoden gibt, die durch einen vertretbaren Mehraufwand an Mühe und Kosten mehr ins einzelne gehen, also die den Strombedarf bestimmenden Faktoren untersuchen, um so eine höhere Genauigkeit der Prognose zu erreichen. Eine völlige Verdrängung der Gefühlsgrößen ist nicht möglich. Etwas Fingerspitzengefühl und Intuition gehören zu jeder Prognose, ohne sie wären die Prognoseaufgaben auch gar nicht reizvoll, weil sonst die Freude am Risiko, die ein belebendes Element jeder Prognose bzw. Planung ist, fehlen würde.

Die Problemstellung läßt sich damit durch die Fragen fixieren:

1. Welche Möglichkeiten sind vorhanden, um bei der mittelfristigen Strombedarfsprognose bei kommunalen Elektrizitätswerken unter Berücksichtigung vertretbarer Kosten und Mühen und der Unsicherheit der künftigen Datenkonstellationen ein möglichst genaues Ergebnis zu erzielen?
2. Welche Probleme treten bei den einzelnen Methoden auf und welche Gesichtspunkte sind bei der Lösung der Probleme zu berücksichtigen?

Die Beurteilung der Prognosemethoden richtet sich ganz allgemein danach, ob die Methoden ihren Zweck, Grundlage für die Planung zu sein, erfüllen können. Im einzelnen dienen als Beurteilungsmaßstäbe:

1. Der Genauigkeitsgrad .
2. Die Kosten
3. Der Zeitaufwand
4. Die Fachkenntnisse

Der wichtigste Beurteilungsmaßstab ist die von dem Prognoseergebnis zu erwartende Genauigkeit. Die auf der Strombedarfsprognose aufbauenden Entscheidungen sind für den weiteren Ablauf der Unternehmung so bedeutend, daß Kosten, Mühe und die zeitliche Beanspruchung des Personals dann keine Rolle spielen sollten, wenn auf Grund dieser Faktoren eine spürbare Verbesserung des Ergebnisses erwartet werden kann. Bei einem etwa gleichen Genauigkeitsgrad sollten jedoch ganz selbstverständlich die einfacheren und mühelose-
ren Methoden herangezogen werden.

III. Plan der Untersuchung

Im ersten Kapitel sei auf die bereits oben angeschnittene Frage eingegangen, welcher Zeitraum zu prognostizieren ist. Die Mittelfristprognose des Strombedarfs wird selbstverständlich um so genauer, je kürzer sie ist. Inwieweit ist aber eine Verkürzung des Prognosezeitraumes vertretbar, welche Grundsätze bestimmen die Länge dieses Zeitraumes? Das zweite Kapitel soll sich mit dem Generalproblem der Prognosemethode befassen: Welche Methoden aus dem von den Wirtschaftswissenschaften und der Praxis entwickelten Instrumentarium sind generell geeignet, eine Grundlage für die Strombedarfsprognose abzugeben? Im dritten Kapitel wird auf die Einzelprobleme bei der direkten Anwendung der Extrapolation eingegangen. Den Kern der Untersuchung stellt das vierte Kapitel dar, das sich mit den Einzelproblemen bei der indirekten Anwendung der Extrapolation befaßt. Im ersten Paragraphen wird ein Überblick über die den Strombedarf bestimmenden Faktoren bei verschiedenen Verbrauchergruppen gegeben. Dabei muß auch auf die Frage eingegangen werden, ob die kommunalen EVU die Möglichkeit haben, den Strombedarf durch ihr absatzpolitisches Instrumentarium wesentlich zu beeinflussen. Falls dies möglich sein sollte, müßte zwischen beeinflussten und unbeeinflussten Strombedarfsverläufen unterschieden werden. Im zweiten Paragraphen sei im Rahmen einer Voruntersuchung auf die Frage eingegangen, ob die Lösung des Prognoseproblems bei den qualifizierten mathematischen Methoden oder bei den einfacheren mathematischen Methoden zu suchen ist. Im dritten Paragraphen werden dann die Einzelprobleme bei der ausgewählten Methodengruppe untersucht.

Schließlich soll im letzten Kapitel noch die Frage erörtert werden, ob und wie die Genauigkeit der Prognose auf Grund einer Prognosekontrolle erhöht werden kann.

Kapitel I Das Problem des Prognosezeitraumes

§ 1 Die Bedeutung der Ungewißheit über die Entwicklung des Elektrizitätsbedarfs für die gegensätzlichen Aufgaben der EVU

A. Die Aufgaben der EVU

I. Die Sicherheit der Versorgung

Den EVU ist durch § 6 EnergG auferlegt worden, jedermann an das Versorgungsnetz anzuschließen und zu versorgen. Für die Kraftwerksplanung bedeutet diese Verpflichtung, daß die Erzeugungsanlagen

1. rechtzeitig installiert und
2. ausreichend dimensioniert

sein müssen. Aus diesem Grund wird, besonders vom technischen Standpunkt aus betrachtet, die Meinung vertreten, möglichst früh zu investieren und bei der Bemessung der Auslegung der Kraftwerksanlagen nicht kleinlich vorzugehen, um die Versorgungspflicht des EVU, die in jedem Augenblick eine Anpassung der Stromerzeugung an die von den Abnehmern vorgegebene Bedarfskurve erfordert, nicht zu gefährden.

II. Die Gewinnerzielung bei niedrigen Stromverkaufspreisen

In den Gemeindeordnungen der Bundesländer ist festgelegt, daß die wirtschaftlichen Unternehmen der Gemeinden die für die technische und wirtschaftliche Entwicklung des Unternehmens notwendigen Rücklagen bilden und außerdem noch eine marktübliche Verzinsung des Eigenkapitals erwirtschaften sollen. Da die Erträge von der Art der einzelnen Investitionen nicht beeinflußt werden, wird die Höhe des Jahresgewinnes zu einem wesentlichen Teil von den

mit den Investitionen zusammenhängenden Aufwendungen bestimmt. Bei gleichen Erträgen ist der Gewinn also um so höher, je niedriger diese Aufwendungen ausfallen. Darüber hinaus haben die EVU nach der Präambel zum EnergG vom 13. 12. 1935 die Versorgung mit elektrischer Energie "so billig wie möglich zu gestalten".¹⁾ Diese Forderungen verlangen eine im betriebswirtschaftlichen Sinne vorsichtige Entscheidung bei der Dimensionierung der Anlagen und einen nicht zu frühzeitigen Investitionsbeginn. Man will also unter allen Umständen eine Nichtausnutzung von Kraftwerkskapazität vermeiden.

Der betriebswirtschaftliche Gesichtspunkt einer vorsichtigen Investitionsentscheidung ergibt sich ganz allgemein aus dem Rationalprinzip. Dieses Prinzip "gilt als axiomatisch für jedes menschliche Handeln, soweit es zweckmotiviert ist".²⁾ Das Rationalprinzip besagt in seiner Formulierung als "Prinzip des kleinsten Mittels", daß "der Mensch seine Maßnahmen so trifft, daß bei gegebenem Ziel der Mitteleinsatz minimal ist".³⁾ Für die EVU bedeutet diese Forderung, daß die Versorgung mit elektrischem Strom mit einem möglichst niedrigen Aufwand zu erfolgen hat, so daß dem EVU einerseits ein angemessener Gewinn verbleibt und andererseits die Strompreise für die Abnehmer möglichst niedrig gehalten werden können.

Mit der technischen Aufgabe der Sicherheit der Versorgung und der betriebswirtschaftlichen Aufgabe der Gewinnerzielung werden zwei verschiedene Zielsetzungen verfolgt, so daß leicht Reibungen entstehen. Der Sicherheit der Ver-

1) Gesetz zur Förderung der Energiewirtschaft (Energiewirtschaftsgesetz) vom 13. 12. 1935, RGBl I, S. 1451

2) Koch, Helmut, (I), Betriebliche Planung, Wiesbaden 1962, S. 22

3) ders., (I), a.a.O., S. 22

sorgung gebührt von den beiden Aufgaben zweifellos der Vorrang, weil sie das wichtigste Ziel des EVU beinhaltet.

B. Die Ungewißheit der Elektrizitätsbedarfsprognose

Die Sicherheit der Versorgung würde sich unter Berücksichtigung der im Rahmen der für die kommunalen EVU maßgebenden gesetzlichen Vorschriften erzielbaren höchsten Gewinne bei gleichzeitig niedrigen Preisen optimal nur dann realisieren lassen, wenn eine unbegrenzte Voraussicht von der Gründung des EVU bis zu seiner Liquidierung gegeben wäre. Verluste durch die Änderung früher aufgestellter Entscheidungen dürften unter dieser Voraussetzung nicht auftreten. Das Gegenteil zu dieser Möglichkeit wäre eine Improvisation, also ein Handeln nach bzw. mehr oder weniger kurz vor der Erreichung der Kapazitätsgrenze. Es ist klar, daß diese beiden Möglichkeiten nicht eintreten können bzw. dürfen. Eine Improvisation würde letztlich zum Zusammenbruch der Versorgung führen. Die Unternehmensleitung ist also gezwungen, eine Prognose über einen Zeitraum aufzustellen, der nicht die volle Lebensdauer des EVU umfaßt. Sie muß also einen Notbehelf eingehen.

Die Unsicherheit der Elektrizitätsbedarfsprognose nimmt mit der Zeit zu, weil sich die Handlungsweise der vorhandenen und der potentiellen Abnehmer im Zeitablauf immer schlechter bestimmen läßt. Graphisch ergibt sich folgendes Bild, das etwa einem Trichter entspricht:

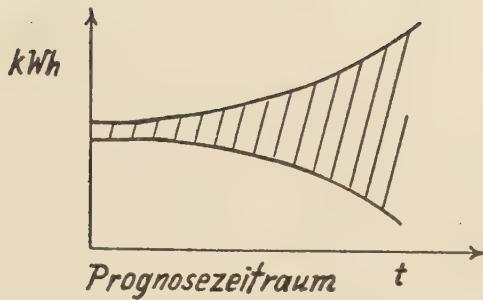


Abbildung 1

Die Schätzung der Entwicklung der Strombedarfskurve in dem schraffiert gezeichneten Sektor ist Gegenstand der Prognose.

Bei derartig vielen Möglichkeiten über den Verlauf des zukünftigen Elektrizitätsbedarfs sind natürlich die verschiedensten Datenkonstellationen denkbar. Die bei den Prognosen auftretende Ungewißheit wird im einzelnen gekennzeichnet durch

1. die Mehrwertigkeit der Zukunftsvorstellungen,
2. das Unvermögen, die verschiedenen Datenkonstellationen exakt zu bestimmen.¹⁾

Es ist also beispielsweise außer der Ungewißheit darüber, ob in einem bestimmten Industriezweig Investitionen innerhalb eines bestimmten Zeitraumes durchgeführt werden, auch noch unklar, inwieweit im Falle einer angenommenen Investition sich der Elektrizitätsbedarf erhöhen wird. Diese Erhöhung kann höchstens für einen gewissen Streubereich angenommen werden.

Bei dieser Ungewißheit gegenüber der zukünftigen Entwicklung ist das EVU gezwungen, Entscheidungen über die

¹⁾ Koch, Helmut, (II), Zur Diskussion der Ungewißheitstheorie, ZfhF, NF, 12. Jhg. 1960, S. 55

Deckung des zukünftigen Elektrizitätsbedarfs zu treffen und außerdem möglichst niedrige Stromverkaufspreise zu garantieren. Aus diesem Grund ist es nicht möglich, die Entscheidungen über die notwendigen Investitionen solange aufzuschieben, bis eine bessere Kenntnis der Zukunft vorliegt. Die umfangreichen Vorleistungen auf dem Investitionsgebiet sind ein entscheidendes Merkmal der gesamten Versorgungswirtschaft. Bei den Unternehmungen anderer Wirtschaftszweige kann es möglich und vielfach auch richtig sein, die Investitionen zunächst aufzuschieben und einen eventuellen Nachfragezuwachs zunächst überhaupt nicht zu befriedigen oder vorerst von fremden bzw. von ausländischen Unternehmungen decken zu lassen und erst dann mit einer Markteroberung zu beginnen, wenn eine bestimmte Kapazitätsausnutzung garantiert ist. Die EVU haben diese Möglichkeit nicht.

Die besondere Situation der EVU muß sich notwendigerweise im Prognosezeitraum ausdrücken. Da der Prognosezeitraum aus rationalen Gründen wegen der im Zeitablauf zunehmenden Ungewißheit über die künftigen Datenkonstellationen nicht länger bemessen werden soll als dies unbedingt notwendig erscheint und die Genauigkeit des Prognoseergebnisses nur soweit verbessert werden soll, wie es die Aufgabenstellung erfordert, ist es nach Ansicht des Verfassers zweckmäßig, eine Spaltung des Prognosezeitraumes für die Genauigkeitsanforderung an die Prognoseergebnisse vorzunehmen, wobei ein Mindestprognosezeitraum zu bestimmen ist. Die Spaltung richtet sich nach den beiden gegensätzlichen Aufgaben, die den EVU gestellt worden sind.

§ 2 Die Spaltung des Prognosezeitraumes

A. Die Spaltung des Prognosezeitraumes für die Kraftwerksplanung

I. Der Bereitstellungsabschnitt

Im § 1 dieses Kapitels wurde ausgeführt, daß es die wichtigste Aufgabe des EVU sei, die Sicherheit der Versorgung zu garantieren. Dieser Aufgabe ist nur dann nachzukommen, wenn die erforderliche Kapazität rechtzeitig bereitgestellt wird. Wie setzt sich der dafür erforderliche Zeitabschnitt im einzelnen zusammen? Wie lang ist er?

Dieser im folgenden als Bereitstellungsabschnitt (T_B) bezeichnete Teil des gesamten Prognosezeitraumes (T) unterteilt sich in die Projektierungszeit (t_p), in den Zeitraum, der von eventuellen Lieferfristen beansprucht wird (t_l) und in die eigentliche Bauzeit einschließlich der Zeit für die Probefahrt ($t_b + p_r$)

$$T_B = t_p + t_l + t_b + p_r$$

Die für die Projektierung erforderliche Zeit sollte für die Dauer des Bereitstellungsabschnittes im Regelfall nicht weiter bedeutend sein. Es können schon frühzeitig Pläne für die verschiedenen Wahlmöglichkeiten ausgearbeitet und für den Bedarfsfall in der "Schublade" bereitgehalten werden. Auch haben die Liefererwerke meistens schon geeignete Pläne vorliegen. Anders ist es dagegen, wenn sich verschiedene Versorgungsunternehmungen zum Bau eines gemeinschaftlich zu betreibenden Kraftwerkes zusammenfinden wollen. Dann vergehen für die Projektierung und die vertraglichen Ausgestaltungen oft mehrere Jahre.

Mit Lieferfristen muß bei den wenigen in Frage kommenden Spezialfirmen nicht nur in Zeiten der allgemeinen wirtschaftlichen Hochkonjunktur gerechnet werden.

Die längste Zeitspanne des gesamten Bereitstellungszeitraumes entfällt ganz eindeutig auf die Bauzeit. Diese nimmt mit der Größe der Anlagen zu. Die Bauzeit wird sich wie schon in der Vergangenheit auch künftig weiterhin verlängern, weil die EVU bestrebt sind, möglichst große Kraftwerkseinheiten zu bauen. Mit zunehmender Größe der einzelnen Kraftwerkseinheiten werden nämlich immer weniger Wärmeeinheiten zur Erzeugung je kWh benötigt, so daß die Wirkungsgrade erheblich günstiger werden.

Aus dem bisher Gesagten kann ohne weiteres der Grundsatz abgeleitet werden:

"Die Prognose als Grundlage für die Kraftwerksplanung hat sich mindestens auf denjenigen Zeitraum zu erstrecken, der erforderlich ist, um die zur Aufrechterhaltung einer gesicherten Versorgung notwendigen Investitionen bereitstellen zu können."

Sofern keine Besonderheiten vorliegen, beträgt der gesamte Bereitstellungsabschnitt unter den heute vorliegenden Verhältnissen im allgemeinen 2 1/2 bis 3 Jahre. Dieser Zeitraum würde jedoch nur ausreichen, um die Versorgung aus einer rein technischen Perspektive heraus sicherzustellen; er stellt somit einen Mindestprognosezeitraum dar.

II. Der Tendenzabschnitt

Der für die Kraftwerksplanung maßgebliche Prognosezeitraum kann nicht mit dem Ende des Bereitstellungsabschnittes aufhören. Ein längerer Prognosezeitraum ist zur Vermeidung von Fehlinvestitionen schon aus folgenden Gründen erforderlich:

1. Für die Koordinierung mit späteren Bauabschnitten
2. Für die optimale Auslegung der einzelnen Kraftwerkseinheiten
3. Für die Aufteilung der Kraftwerkskapazität auf verschieden große Kraftwerkseinheiten
4. Für die Entscheidung über den Bau eines Spitzen-, Zwischen- oder Grundlastwerkes
5. Für die Festsetzung der Höhe eines eventuellen anteiligen Fremdstrombezuges

Es ist schwierig, diesen weiteren Prognoseabschnitt generell festzulegen. Nach Ansicht des Verfassers ist es jedoch erforderlich, daß die gesamte Prognose auf den doppelten Bereitstellungszeitraum ausgedehnt wird, weil nur so eine Koordinierung mit dem späteren Bauabschnitt möglich ist. Die Abstimmung mit dem folgenden Bauabschnitt ist ohne Zweifel der wichtigste der fünf Punkte. Im Vergleich zu den übrigen Punkten beansprucht die Koordinierung auch den längsten Prognosezeitraum.

Zum Unterschied gegenüber dem als Bereitstellungsabschnitt bezeichneten Teil des gesamten Prognosezeitraumes kann für diesen Zeitabschnitt, der im folgenden als Tendenzabschnitt (T_T) bezeichnet werden soll, jedoch ein geringerer Genauigkeitsgrad des Prognoseergebnisses hingenommen werden als dies beim Bereitstellungsabschnitt der Fall ist. Für den Tendenzabschnitt genügt es, die Tendenz der Entwicklung des zukünftigen Strombedarfs für einen immer breiter werdenden Korridorbereich zu prognostizieren. Die Anforderungen sind im Vergleich zu den Erfordernissen, die an den Bereitstellungsabschnitt gestellt werden, nicht so hoch, weil die Versorgung ja bereits sichergestellt ist.

III. Zusammenfassung und Folgerungen

Der gesamte Prognosezeitraum T läßt sich in den Bereitstellungsabschnitt T_B und den Tendenzabschnitt T_T aufteilen, also

$$T = T_B + T_T$$

Diese Unterscheidung ist im Hinblick auf die erforderliche Genauigkeit der Prognose insofern wichtig, als eine Unterschätzung des Strombedarfs im Bereitstellungsabschnitt zu einem Zusammenbruch der Versorgung führen kann. Dem Bereitstellungsabschnitt kommt eine doppelte Bedeutung zu. Zunächst stellt er den Mindestprognosezeitraum dar. Wird dieser der Planung zugrundegelegt, muß allerdings mit erheblichen Planungsmängeln gerechnet werden. Darüber hinaus muß für diesen Teil des Prognosezeitraumes eine möglichst genaue Prognose aufgestellt werden. Sofern die Prognose sehr unsicher sein sollte, müssen Sicherheitszuschläge vorgenommen werden, damit die Prognose auf keinen Fall zu niedrig liegt. In dem darauffolgenden Tendenzabschnitt braucht die Strombedarfsentwicklung nicht so genau bestimmt zu werden, weil die entsprechende Planungsstruktur noch elastischer ist und die Versorgungspflicht nicht gefährdet wird. Die Zerteilung des Prognosezeitraumes kommt sowohl der mit zunehmendem Prognosezeitraum sich erhöhenden Unge-
wissenheit über den Eintritt der Datenkonstellationen als auch den Schwierigkeiten der Investitionsentscheidungen bezüglich der Kraftwerksplanung entgegen.

Beziehen wir diese Unterscheidung in Abbildung 1 ein, dann ergibt sich folgendes Bild:

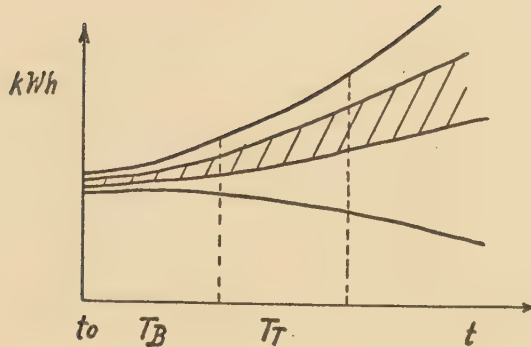


Abbildung 2

Die Länge des gesamten Prognosezeitraumes sollte unter den heutigen Verhältnissen bei einem Bereitstellungsabschnitt von $2\frac{1}{2}$ bis 3 Jahren also etwa 5 bis 6 Jahre betragen. Streng genommen ist natürlich auch der Tendenzzeitraum in seiner hier dargelegten Form ein Mindestprognosezeitraum. Sofern die Möglichkeit gegeben sein sollte, den Tendenzzeitraum auf Grund bestimmter Methoden zu erweitern, sollte von dieser Möglichkeit selbstverständlich Gebrauch gemacht werden.

Für die Prognosemethoden ist diese Unterscheidung wichtig, weil solche Methoden, die mit einem erheblichen Umfang an Mühe und Kosten verbunden sind, aber kein bemerkenswert besseres Ergebnis mit sich bringen als die einfacheren und müheloseren Methoden, gegenüber diesen besonders im Tendenzabschnitt zurücktreten sollten. Das gleiche gilt auch für die Intensität der Prognosearbeiten, wenn für den gesamten Prognosezeitraum nur mit einer Methode gearbeitet wird.

Für einen Zeitraum von $2\frac{1}{2}$ bis 3 Jahren müssen für die Kraftwerksplanung die Termine also festliegen; für die darüber hinausgehenden $2\frac{1}{2}$ bis 3 Jahre können die Planungen soweit vorbereitet werden, daß eine entsprechende Verzögerung oder Beschleunigung der Termine nach dem Tempo der eintretenden Entwicklung möglich ist.

Die Prognose im Tendenzabschnitt wird heute weitgehend unterlassen bzw. ungenauer als notwendig gehandhabt, weil es zur Zeit noch in allen Versorgungsgebieten festzustehen scheint, daß der Strombedarf weiterhin langfristig gesehen rasch steigen wird. Wenn diese Prognoseerleichterungen einmal nicht mehr generell bestehen, werden die Elektrizitätsbedarfsprognosen gerade für die kommunalen Versorgungsgebiete um ein Vielfaches schwerer aufzustellen sein.

Der Bereitstellungsabschnitt wird sich künftig besonders durch die sukzessive Verlängerung der Bauzeit ausdehnen und auch die immer teurer werdenden Kraftwerksanlagen werden eine zunehmend genauere Beurteilung des heutigen "Tendenzabschnittes" erforderlich machen. Der gesamte zu prognostizierende Zeitraum muß sich daher zwangsläufig verlängern. Dieser Sachverhalt führt zu einem Unterschied zu den privatwirtschaftlich geführten Unternehmungen. Denn während für diese der Grundsatz gilt, daß der Planungszeitraum durch den "ökonomischen Horizont" begrenzt wird, also mit dem "ökonomischen Horizont" endet, werden die EVU in einem immer größeren Maße gezwungen, über den "ökonomischen Horizont" hinaus zu prognostizieren, d. h. die EVU müssen die Bedarfsentwicklung für einen Zeitraum zu erfassen versuchen, den andere Unternehmungen wegen des hohen Grades der in ihm auftretenden Ungewißheit über den Eintritt der möglichen Datenkonstellationen für ihre Investitionsentscheidungen nicht mehr berücksichtigen.

Aus dem bisher Gesagten können auch Folgerungen für die Selbständigkeit der kommunalen EVU im Erzeugungsbereich gezogen werden. Für diese wird es nämlich immer schwieriger, den wirtschaftlichen Einsatz der ständig wachsenden Kraftwerkseinheiten genügend sicher vorauszuschätzen. Nicht zuletzt aus diesem Grunde gehen in letzter Zeit kommunale EVU zum Bau gemeinschaftlich betriebener und genutzter großer Kraftwerkseinheiten über. Gerade für diesen Zweck sind aber besonders langfristige Prognosen aufzustellen.

B. Die Spaltung des Prognosezeitraumes für die Ertragsvorschau

Die Ertragsvorschau dient im Rahmen der Mittelfristprognose als Grundlage für Wirtschaftlichkeitsrechnungen, für die Aufstellung des Finanzbudgets der nächsten Jahre und der damit verbundenen Festlegung von Beträgen, die für Reparaturprogramme und Erneuerungsarbeiten der Erzeugungs- und Verteilungsanlagen bereitgestellt werden können, für die Berechnung von Fremdkapitalaufnahmen usw.

Die zu langfristigen Planungen zwingenden Aufgaben der EVU machen es selbstverständlich erforderlich, daß ein Überblick über die Erträge der nächsten Jahre vorhanden sein muß. Eine grobe Abweichung von der geschätzten Entwicklung der Erträge kann das EVU zu einer Darlehensaufnahme in ungünstigen Augenblicken führen oder wichtige Vorhaben nicht zur Ausführung gelangen lassen. Es gibt also auch für die Schätzung der künftigen Erträge eine gewisse Sicherheitszone, in der die Prognose möglichst zutreffend sein muß, um unnötige Mehraufwendungen zu vermeiden. Hierfür müssen schon Mühe und Kosten einer genaueren Prognose in Kauf genommen werden.

Dennoch hat die Prognose der Erträge für die Unternehmensplanung bei weitem nicht die gleiche Bedeutung wie die Prognose des Strombedarfs für den speziellen Fall der Investitionsplanung. Denn Fehler in der Ertragsvorausschätzung können leichter korrigiert werden, weil die ganze Planungsstruktur elastischer ist. Der Prognosezeitraum sollte sich mit dem für die Investitionsplanung erforderlichen Zeitraum decken, das ergibt sich schon allein für die Durchführung der Wirtschaftlichkeitsrechnungen. Eine Spaltung des Prognosezeitraumes im Hinblick auf die Genauigkeit des Prognoseergebnisses wird sinnvollerweise an die bei der Kraftwerksplanung besprochenen Prognoseabschnitte anzupassen sein. Bei EVU, die keinen Strom erzeugen, sondern nur mehr verteilen, sollte die Sicherheits-

zone etwa 3 Jahre betragen. Das dürfte genügen, um schwerwiegende Planungsfehler bei der Festlegung der Investitions- und Unterhaltungsarbeiten sowie bei den Darlehensaufnahmen und -tilgungen zu vermeiden. Für die restliche Zeit genügt die Voraussage einer tendenziellen Entwicklung.

Kapitel II

Das Generalproblem der übergeordneten Prognosemethode

Vorbemerkungen

Nachdem im ersten Kapitel das Problem des zu prognostizierenden Zeitraumes untersucht worden ist, sollen nunmehr die in der Theorie und der Praxis bekannten Prognosemethoden nebeneinandergestellt und daraufhin geprüft werden, ob und inwieweit sie eine Grundlage für die Schätzung der mittelfristigen Strombedarfsentwicklung abgeben können. Im einzelnen werden unterschieden:

- a) Methoden, die unter bestimmten Voraussetzungen selbständig angewendet werden können bzw. sollen,
- b) Methoden, die als Prognosegrundlage ausscheiden,
- c) Methoden, die zwar hilfweise zur Unterstützung anderer Methoden herangezogen werden können, die jedoch kein selbständig anwendbares Schlußverfahren darstellen.

Die Methoden sollen nach dem erwarteten Genauigkeitsgrad beurteilt werden, der dem Ergebnis der Prognose beigemessen werden kann. Unter Genauigkeit wird verstanden:

1. eine Aussage über die absolute Höhe des Strombedarfs,
2. eine Aussage über den Zeitpunkt des Eintritts der geschätzten Erhöhung des Strombedarfs,

weil sowohl Ausmaß als auch Schnelligkeit der Entwicklung für die Planung von Bedeutung sind.

Im einzelnen sind folgende Schlußverfahren bekannt: ¹⁾

1. die induktive Methode,
2. die deduktive Methode,
3. der Analogieschluß,
4. die Extrapolation,
 - a) die direkte Extrapolation,
 - b) die indirekte Extrapolation.

Die in der Einleitung erwähnte Faustregelmethode läßt sich keiner dieser Methoden zuordnen. Bei der Faustregelmethode handelt es sich um ein nur in der Elektrizitätswirtschaft anzutreffendes Schlußverfahren, das auf einer völlig anderen Ebene liegt als die oben aufgeführten Prognosemethoden. Deshalb sei diese Methode vorweg behandelt.

§ 1 Die Methoden

A. Die Faustregelmethode

Nach der Faustregelmethode soll sich der Strombedarf in jeweils 10 Jahren verdoppeln. Da es in der Elektrizitätswirtschaft üblich ist, den Bedarfszuwachs auf das jeweilige Vorjahr zu beziehen, muß die jährliche Mehrabgabe durchschnittlich 7,2 % betragen. Diese Methode wird von den verschiedensten Elektrizitätswirtschaftlern beinahe als ein Lehrsatz für die Entwicklung des Strombedarfs angesehen.²⁾ Ohne Zweifel ist diese Faustregel bisher für die Bedarfszunahme in der westlichen Welt, in einigen Ländern und auch hin und wieder bei einigen großen EVU zutreffend gewesen. Es wird jedoch immer eindringlicher die Frage erhoben, wie lange diese Regel noch Gültigkeit haben kann; denn schon

¹⁾ Koch, H., III, Probleme unternehmerischer Prognose, in: Wirtschaftsprognose und Wirtschaftsgestaltung, herausg. von Hans Bayer, Berlin 1960, S. 62 ff.; ders., I, a.a.O., S. 110 f.

²⁾ Vgl. die Literaturhinweise auf S. 4

um das Jahr 2 000 müßte nach dieser Methode ein Strombedarf auftreten, der bei kostendeckenden Strompreisen eine heute einfach nicht vorstellbare Aufnahmefähigkeit des Marktes voraussetzt.¹⁾ Für die Gegenwart hätte diese Methode aber noch eine nicht zu unterschätzende Daseinsberechtigung, wenn sie einen Anhaltspunkt für die mittelfristige Strombedarfsentwicklung in den kommunalen Versorgungsgebieten wenigstens in den nächsten 10 bis 20 Jahren geben könnte.

Legt man diese Methode für die Beurteilung der Strombedarfsentwicklung in den Versorgungsgebieten der kommunalen EVU zugrunde, dann liefert die Faustregelmethode schon aus sich heraus ein wesentliches Argument, das gegen sie spricht: auf Grund ihrer Konzeption kann sie doch nur in sehr großen Gebieten oder bei solchen Gebieten, die eine sehr homogene Verbraucherstruktur - also viele kleine Abnehmer - aufweisen, Anwendung finden. Denn nur in diesen Fällen wirkt sich das Gesetz der großen Zahl erleichternd auf die Prognose aus, so daß sich die Abweichungen vom Trend zu einem erheblichen Teil gegenseitig aufheben. Eine homogene Abnehmerstruktur kann aber gerade bei den kommunalen Versorgungsgebieten schon allein wegen der Industrieabnehmer nicht unterstellt werden. Die Marktsituation bei den einzelnen Unternehmungen, der Zwang zur Elektrifizierung von Haushalt und Landwirtschaft lassen eine Handlungsweise der Abnehmer, die sich stereotyp in einer Verdoppelung des Elektrizitätsbedarfs auswirkt, von vornherein als völlig unlogisch erscheinen.

Die Anhänger dieser Methode halten diesen Einwänden entgegen, daß man den Eintritt der Verdoppelung des Strombedarfs natürlich nicht vollkommen unelastisch in jeweils 10 Jahren annehmen dürfe, sondern daß die Verdoppelung auf Grund der bisherigen Entwicklung intuitiv um ein bis zwei

¹⁾ Steiner, H., II, a.a.O., S. 588

Jahre vorgezogen oder später gelegt werden müsse. Wegen der Länge des gesamten Prognosezeitraumes muß diese intuitiv getroffene Entscheidung über den Zeitpunkt des Eintritts der Verdoppelung des Strombedarfs aber schon sehr frühzeitig fallen. Eine derartig wichtige Entscheidung setzt jedoch im Regelfall eine genaue Kenntnis der Entwicklung bei den einzelnen Faktoren, die den Strombedarf beeinflussen, voraus. Es kann unmöglich ein gleichmäßig autonomer Verlauf des Strombedarfs unterstellt werden. Die mit etwas Mühe erkennbaren Sonderentwicklungen in der Vergangenheit werden bei dieser Methode übergangen. Würde sich im Falle einer Fehlinvestition herausstellen, daß die ihr zugrundeliegende Prognose auf einer derart oberflächlichen Annahme aufbaut, dann müßten der Leitung des EVU ernsthafte Vorwürfe gemacht werden. Änderungen der den Strombedarf beeinflussenden Faktoren können sich bei den kommunalen Versorgungsgebieten zu leicht einstellen, als daß die Faustregelmethode für irgendein Versorgungsgebiet zu einer generellen Prognosemethode erhoben werden könnte.

Die Verfechter der Faustregelmethode können zwar auf einige empirische Beispiele verweisen, nach denen die Bedarfsverdoppelung in etwa 10 Jahren tatsächlich eingetreten ist. Dem ist jedoch entgegenzuhalten, daß bei der regen Zunahme des Strombedarfs in den letzten Jahrzehnten es als selbstverständlich anzusehen ist, daß hin und wieder eine Bedarfsverdoppelung nach etwa 10 Jahren ganz einfach vorliegen muß. Aus diesen Zufallstreffern kann jedoch keine generelle Begründung für die Anwendbarkeit dieser Methode abgeleitet werden. Aus der Durchsicht vieler Geschäftsberichte und auch auf Grund seiner Tätigkeit bei zahlreichen kommunalen EVU konnte der Verfasser feststellen, daß die Faustregelmethode gerade in den letzten Jahren zu viel zu niedrigen Ansätzen geführt hätte. Man vergleiche hierzu auch die Abbildungen 4 und 5, in die auch die Verdoppelungslinien eingezeichnet sind.

Die Faustregelmethode muß als Prognosegrundlage für die Kraftwerksplanung sowohl für den Bereitstellungs- als auch für den Tendenzabschnitt abgelehnt werden. Auch für die Ertragsvorschau bietet sie keine gesicherte Grundlage. Es ist wohl keine andere Methode vorstellbar, die so wenig kausal ist wie die Faustregelmethode, weil bei ihr sich laufend ändernde Datenkonstellationen vorausgesetzt werden, die aber insgesamt sämtlich zu einer sehr gleichmäßigen Progression der Strombedarfszunahme führen müssen. Nach Ansicht des Verfassers ist die Faustregelmethode, die für große Länder durchaus ihre Gültigkeit behalten mag, von einigen kommunalen EVU übernommen worden, weil sich der Strombedarf dieser Versorgungsgebiete in der Vergangenheit ungefähr der Verdoppelungslinie angepaßt hatte und man glaubte, daß sich mit der weiteren Konsolidierung der Wirtschaftslage künftig eine noch bessere Anpassung ergeben würde.

B. Die induktive Methode

Bei dieser Methode wird unterstellt, daß ein in der Vergangenheit bisher in regelmäßiger Wiederkehr eingetroffenes Ereignis auch in der Zukunft eintreten wird.¹⁾ Man nimmt also die Gültigkeit der aus einer großen Zahl von Beobachtungen des gleichen Sachverhalts in der Vergangenheit ermittelten Erfahrungssätze auch für die Zukunft an.²⁾ Diese Methode trifft zum Beispiel für die Berechnung der Absatzchancen einer Brotfabrik zu, die aus der Erfahrung heraus feststellte, daß der Mensch pro Tag durchschnittlich eine bestimmte Menge an Brot verzehrt.³⁾

Für den speziellen Fall der mittelfristigen Strombedarfsprognose kann die induktive Methode indes kaum Verwendung finden, weil sie in ihrer ganzen Konzeption zu statisch

1) Koch, Helmut, III, a.a.O., S. 65

2) ders., III, a.a.O., S. 65 u. 66

3) ders., III, a.a.O., S. 65

ist. Zwar ist die Voraussetzung einer Vielzahl einzelner Beobachtungen gerade in der Elektrizitätswirtschaft sehr gut möglich, man kann sehr leicht bestimmte Strombedarfsziffern je Einwohner, je Tonne usw. feststellen. Aber jeder, der sich mit der schnellen Entwicklung des Strombedarfs beschäftigt, weiß, daß es nicht möglich ist, sich auf bestimmte in der Vergangenheit ermittelte spezifische Bedarfsziffern - zum Beispiel kWh je Kopf der Bevölkerung - oder absolute Verbrauchszahlen festzulegen.

Die induktive Methode scheidet daher aus der weiteren Betrachtung weitgehend aus, weil sie die künftige Entwicklung zu wenig berücksichtigt.

C. Die deduktive Methode

Die Prognose nach der deduktiven Methode beruht auf dem Gedanken, daß sich aus der in der Vergangenheit liegenden Änderung eines oder mehrerer Nachfragefaktoren Schlüsse auf die zukünftige Entwicklung der Nachfragemenge ziehen lassen.¹⁾ Bei dieser Methode wird also die Vergangenheit intensiv durchforscht, ob irgendwelche Ereignisse vorliegen, die ein Abweichen der zukünftigen Nachfrage von der bisherigen Nachfrage vermuten lassen. Eine weitere Aufgabe ist die Schätzung des Bedarfs, der sich als Folge des eingetretenen Ereignisses ergibt.

Für die mittelfristige Strombedarfsprognose kann diese Methode ganz ohne Zweifel von erheblicher Bedeutung sein; denn ein in der Vergangenheit bzw. bei der Aufstellung der Prognose eingetretener Bevölkerungszuwachs, der Bau von Siedlungen oder die Errichtung bzw. Stilllegung von Industriebetrieben usw. wirken sich in jedem Fall auf den Strombedarf der Haushaltungen bzw. der Industrie aus. Die

¹⁾ Koch, H., III, a.a.O., S. 64

Schätzung der Höhe der aus dieser Datenänderung sich ergebenden Strombedarfszu- oder -abnahme stellt zwar ein schwieriges Problem dar, jedoch stehen vielfach Erfahrungen aus der Vergangenheit zur Verfügung. Für den Strombedarf der Industrie liefern die Bezugsverträge gewisse Anhaltspunkte.

Kritisch zu beurteilen ist die bei dieser Methode vorliegende Annahme, "daß sich vom Zeitpunkt der Prognose an kein Nachfragefaktor mehr ändert"¹⁾. Gerade bei der Strombedarfsprognose kann eine derartige Hypothese unmöglich aufgestellt werden, weil sich hier die Nachfragefaktoren (Bevölkerung, Ausrüstung von Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft mit Maschinen und Geräten usw.) laufend ändern. Für den Zeitraum der mittelfristigen Elektrizitätsbedarfsprognose - bei anderen Unternehmungen wird dieser Zeitraum bereits als langfristig betrachtet und daher teilweise in seiner vollen Länge überhaupt nicht prognostiziert - kann eine Konstanz der Nachfragefaktoren ganz unmöglich angenommen werden. Das gilt auch bereits für den Bereitstellungszeitraum T_B . Es ist ja gerade die Kunst bei der Elektrizitätsbedarfsprognose, die zukünftige Änderung der Nachfragefaktoren zu schätzen und unter anderem auch aus diesen Änderungen den Verlauf der zukünftigen Nachfrage- bzw. Bedarfsentwicklung vorauszusagen.

Als selbständige, allein ausreichende Prognosemethode kann die deduktive Methode also nicht angesehen werden, weil die mit ihrer Hilfe geschätzten Ergebnisse für den speziellen Fall der Strombedarfsprognose wegen der zugrundeliegenden Konzeption zu ungenau sind. Dagegen läßt sie sich gut kombinieren mit einer Methode, die im Rahmen des Möglichen auch die zukünftigen Datenänderungen zu schätzen versucht.

¹⁾ Koch, H., III, a.a.O., S. 65

D. Der Analogieschluß

Bei dieser Methode werden mehrere Größen miteinander in Beziehung gesetzt, die im ganzen gleichartig sind. Man setzt voraus, "daß sich die Vergleichsgrößen bei aller Gleichartigkeit darin unterscheiden, daß die Entwicklung der einen Größe im zeitlichen Verlauf der anderen Größe voraus-eilt, daß also eine zeitliche Phasenverschiebung vor-liegt".¹⁾

Dieses Schlußverfahren beruht also auf zwei ganz entscheidenden Voraussetzungen, nämlich auf der Gleichartigkeit der in Beziehung gesetzten Größen und auf der zeitlichen Phasenverschiebung zwischen der Entwicklung (Wachstum) der beiden Größen. Auf die Elektrizitätsbedarfsprognose angewendet, bedeutet die erste Voraussetzung, daß vergleichbare Versorgungsgebiete oder wenigstens vergleichbare Verbrauchergruppen vorhanden sein müssen. Es ist aber nicht anzunehmen, und aus der Praxis ist auch kein Fall bekannt geworden, daß eine solche Vergleichbarkeit zwischen zwei Versorgungsgebieten oder zwischen einem Versorgungsgebiet und dem Durchschnitt der Merkmale aus mehreren oder allen Versorgungsgebieten vorliegt; denn das würde eine völlige Gleichartigkeit der Verbraucherstruktur voraussetzen. Das ist jedoch allein schon wegen der unterschiedlichen Streuung der Industriezweige, der Betriebsgröße der einzelnen Unternehmen sowie der differenzierten Fertigungsverfahren nicht möglich. Auch der Anteil der landwirtschaftlichen Abnehmer und der Haushaltsabnehmer an der gesamten Abnehmerzahl ist meistens sehr verschieden.

Wendet man den Analogieschluß aber auf einzelne Abnehmergruppen an, die in sich eine homogene Einheit bilden, wie dies bei Haushalt und Landwirtschaft oder einzelnen Industriezweigen der Fall ist, dann kann die Voraussetzung der

¹⁾ Koch, H., III, a.a.O., S. 66

Gleichartigkeit der in Beziehung gesetzten Größen durchaus gegeben sein. Bei einer Untersuchung dieser Gleichartigkeit ist sehr sorgfältig vorzugehen. Beispielsweise ist der Haushaltsstromverbrauch je Einwohner bei sonst gleichen Verhältnissen unvergleichbar, wenn in einem Versorgungsgebiet eine Gaskonkurrenz besteht, in dem anderen jedoch nicht. Auch bei unterschiedlichen Verbrauchsgewohnheiten, die sich beispielsweise zwischen Städten mit konservativ eingestellter Bevölkerung und Städten, die in jüngster Zeit stark gewachsen sind und somit einen hohen Anteil an Junggesellenhaushalten und Haushalten junger Ehepaare sowie auch noch sogenannte Trabantenstädte (Schlafstädte) aufweisen, ergeben, lassen sich Vergleiche nicht ziehen. Auch in der Landwirtschaft stellen sich durch Unterschiede in der Bewirtschaftung, also Viehwirtschaft (Melkeinrichtungen) einerseits und Getreideanbau andererseits, Unvergleichbarkeiten ein. Sind jedoch gleichartige Größen gefunden worden, dann ergibt sich sofort die Frage: Wie lang ist die zeitliche Phasenverschiebung? Hierfür könnte zunächst die Beobachtung in der Vergangenheit aufgetretener Phasenunterschiede eine Möglichkeit bilden. Es ist aber geradezu unwahrscheinlich, daß sich Versorgungsgebiete finden sollten, deren Entwicklung laufend um eine ganz konstante Phase auseinanderfällt. Man ist also gezwungen, über die Länge der Phase eine Annahme zu treffen. Das aber dürfte ein nicht lösbares Vorhaben sein.

Der Analogieschluß scheitert daher als selbständige Prognosegrundlage im wesentlichen an der zweiten Voraussetzung, nämlich der Bestimmung der Phasenlänge. Immerhin bietet dieses Schlußverfahren für andere Prognosemethoden gewisse Kontrollmöglichkeiten. Mit Hilfe des Analogieschlusses kann im Rahmen der mittelfristigen Elektrizitätsbedarfsprognose nämlich festgestellt werden, daß der Strombedarf einmal eine bestimmte Höhe erreichen wird, aber man kann nicht sagen, wann dieses Ereignis eintreten wird.

E. Die Extrapolation

I. Die direkte Extrapolation

Die Extrapolation beruht auf der Unterstellung, daß sich die bisherige Tendenz der Nachfrageentwicklung auch in der Zukunft fortsetzen wird, und man leitet mit Hilfe dieser Annahmen aus der bisherigen Nachfrage die zukünftige Nachfrage ab.¹⁾

Bei der Prognosemethode der direkten Extrapolation wird auf eine Berücksichtigung von variablen Faktoren, die einen Einfluß auf die gesuchte Größe - also den künftigen Strombedarf - haben, verzichtet. Die Entwicklung des Strombedarfs wird lediglich in Abhängigkeit vom Zeitablauf betrachtet. Dazu ist es erforderlich, aus dem bisherigen Verlauf des Strombedarfs (seiner Zeitreihe), die Grundrichtung der Entwicklung, also den Trend, zu bestimmen. Der Trend wird alsdann nach Maßgabe der bisherigen Entwicklung in die Zukunft weitergeführt.

Eine Prognose des Strombedarfs nach der Methode der direkten Extrapolation ist einfach und schnell durchzuführen. Mit dieser Methode werden außerdem Einflüsse der Vergangenheit, die speziell in dem zu beurteilenden Versorgungsgebiet auftraten, erfaßt. Man bekommt also schon gewisse Eigenarten des Versorgungsgebietes in den Griff. Die Anhänger dieser Methode weisen, wie dem Verfasser aus zahlreichen Gesprächen mit den für Prognosefragen zuständigen Herren kommunaler EVU bekannt ist, darauf hin, daß die Fehlschlüsse bei der Prognose geringer sind, wenn man von dem zu prognostizierenden Merkmal, den kWh, unmittelbar ausgeht. Je weiter man sich auf Grund einer Berücksichtigung der Faktoren von den kWh entfernen würde, desto größer seien die Möglichkeiten für Fehlprognosen.

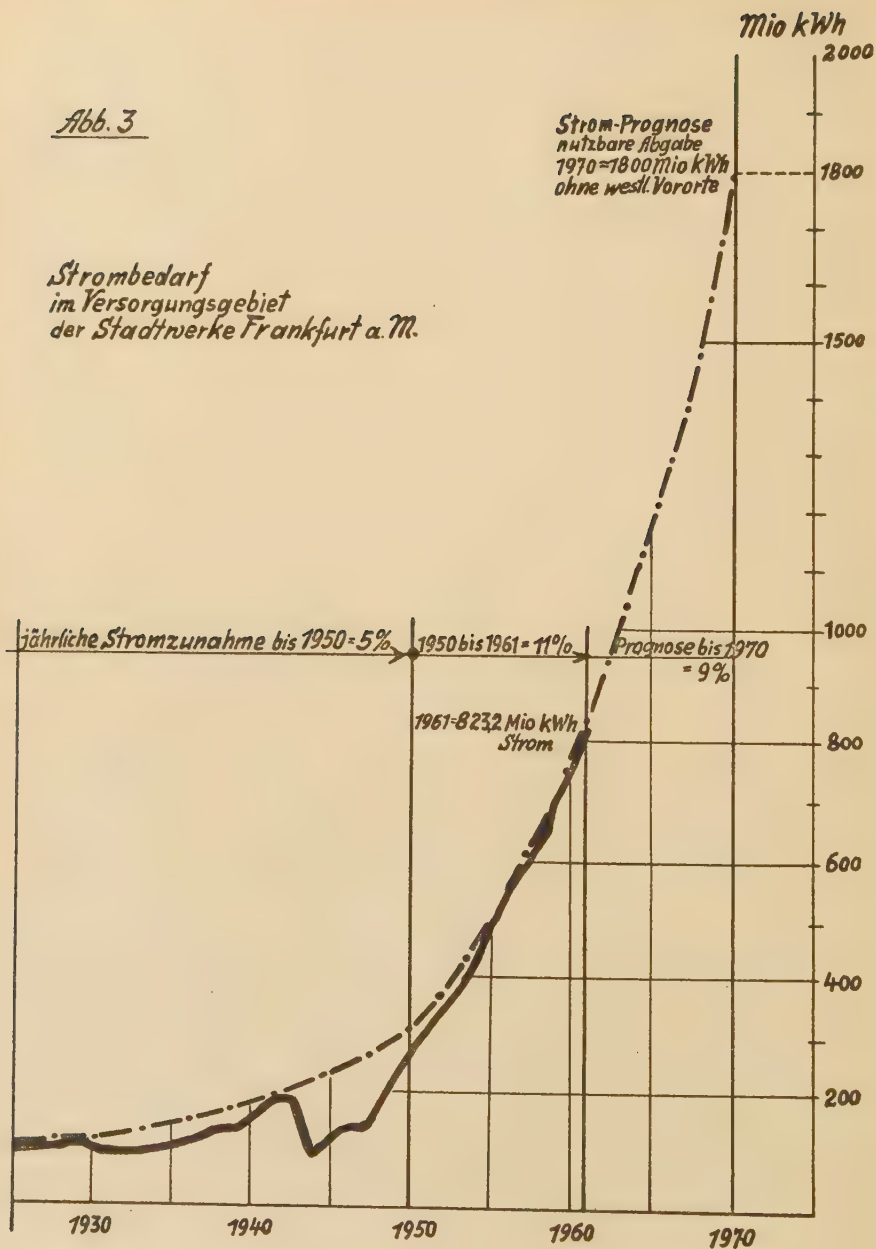
¹⁾ Koch, H., III, a.a.O., S. 62

Die Verfechter der direkten Extrapolation verweisen außerdem auf einige Besonderheiten, die bei der Edelennergie Elektrizität auftreten und zu einem gleichmäßigeren Wachstum führen würden, als dies bei anderen wirtschaftlichen Wachstumsvorgängen der Fall sei, so daß eine Anwendung der direkten Extrapolation schon wegen dieser Besonderheiten durchaus begründet erscheine. Im einzelnen werden angeführt:

1. Die Homogenität des Produktes kWh
2. Keine Probleme, die mit den Lagervorräten des Produktes zusammenhängen
3. Keine Stromkonkurrenz im Versorgungsgebiet, weil Konzessions- und Wegerechtsverträge vorliegen
4. Aus der Vergangenheit ist die Erkenntnis zu ziehen, daß die Entwicklung des Elektrizitätsbedarfs bei konjunkturellen Veränderungen nicht so große Ausschläge aufweist wie es bei den anderen wirtschaftlichen Wachstumsvorgängen der Fall ist. Die Entwicklung verläuft im ganzen gleichmäßiger. Das dürfte zu einem großen Teil damit zusammenhängen, daß die einzelnen Industriezweige einen unterschiedlichen Verlauf in der Produktion aufweisen, so daß sich Strommehr- bzw. -minderverbräuche teilweise kompensieren. Ferner ist in jedem Industrieunternehmen ein Teil des Elektrizitätsbedarfs als fix anzusehen. Darüber hinaus stellt die Elektrizität einen Produktionsfaktor dar, der bei fast jeder Produktionsumstellung eine mehr oder weniger große Verwendung findet. Außerdem tritt der durch die Rationalisierung, neu erschlossene Anwendungsgebiete usw. bedingte höhere Stromverbrauch nicht abrupt, sondern durch die Vielzahl der einzelnen Vorgänge nach und nach auf. Schließlich ist der Elektrizitätsbedarf der Haushalte in bezug auf Preisänderungen bekanntlich als recht unelastisch anzusehen.

Abb. 3

*Strombedarf
im Versorgungsgebiet
der Stadtwerke Frankfurt a. M.*



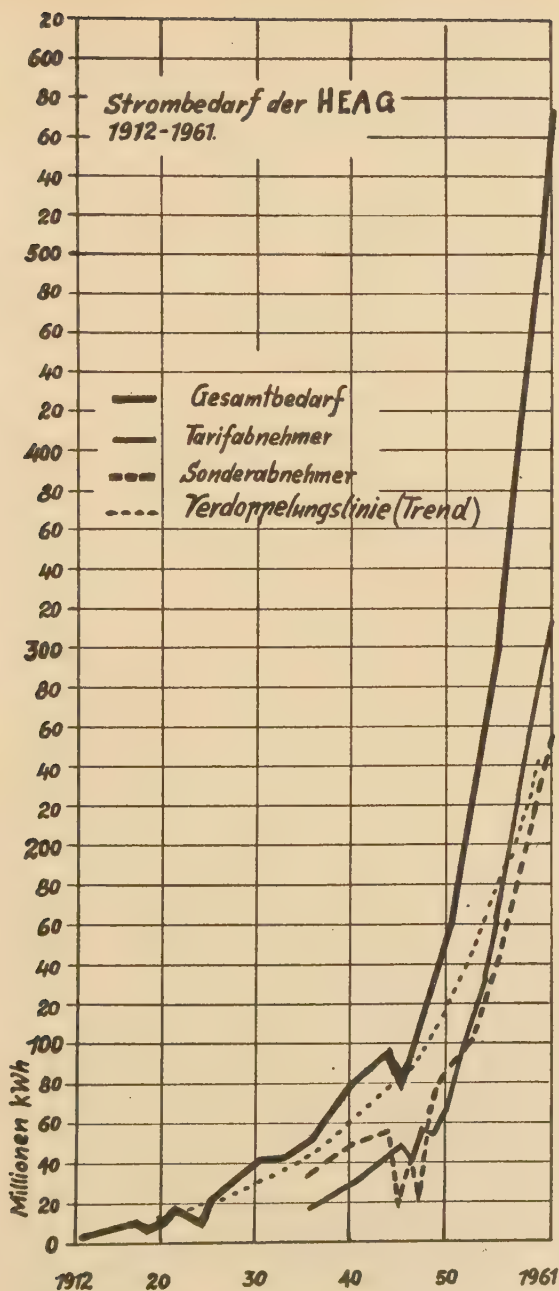
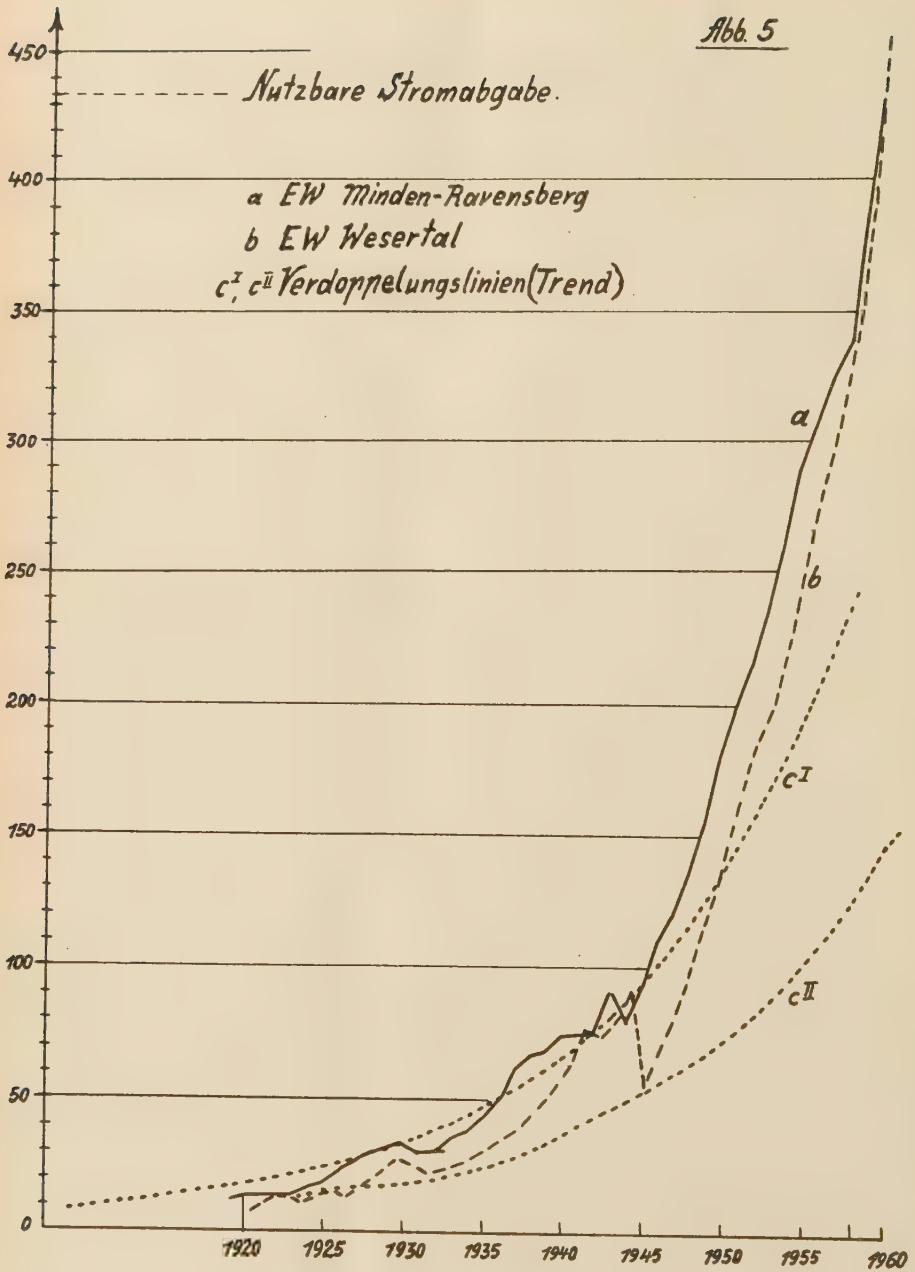


Abb. 4

Abb. 5



In den Abbildungen 3 bis 5 ist die Entwicklung des Elektrizitätsbedarf in vier Versorgungsgebieten wiedergegeben, die in ihrer Struktur auf Grund der unterschiedlichen Industriezweige und Anteile der Verbrauchergruppen Haushalt und Landwirtschaft an der Gesamtabgabe sowie der verschiedenen intensiven Gaskonkurrenz teilweise erheblich voneinander abweichen. Für das Versorgungsgebiet von Frankfurt (Abb. 3) ist auch die von dem EVU bis 1970 vorgenommene Strombedarfsprognose eingetragen.¹⁾

Die Entwicklung ist bei allen vier EVU über lange Perioden recht gleichmäßig verlaufen. Abrupte Änderungen sind - von Krieg und Wirtschaftskrisen abgesehen, nach denen sich die Täler typischerweise schnell wieder aufgefüllt haben - für längere Zeiträume nicht eingetreten.

Die von den Anhängern der direkten Extrapolation angeführten Argumente haben insgesamt gesehen zweifellos etwas für sich, wenn nach Ansicht des Verfassers auch nicht übersehen werden darf, daß bei diesen Begründungen die Bequemlichkeit eine gewisse Rolle zu spielen scheint.

Bei der Anwendung der direkten Extrapolation muß ein sehr ungewisses Prognoseergebnis in Kauf genommen werden, weil unterstellt wird, daß die den Strombedarf beeinflussenden Faktoren in der Vergangenheit wie in der Zukunft die gleiche absolute beziehungsweise relative Wirkung für die Entwicklung des Strombedarfs haben. Diese Annahme ist jedoch sehr wirklichkeitsfremd, wenn man an Ablauf wirtschaftlicher Wachstumsvorgänge denkt. Die Unsicherheit der auf dieser Annahme aufbauenden Elektrizitätsbedarfsprognosen zwingt zur Errichtung erheblicher Kapazitätsreserven, damit die Versorgungspflicht nicht gefährdet wird. In dem

1) Freundlicherweise zur Verfügung gestellt von den in den Zeichnungen angegebenen EVU.

verhältnismäßig langen Zeitraum der Mittelfristprognosen kann bereits im Zeitpunkt der Prognoseaufstellung ohne eine besondere Untersuchung nicht unterstellt werden, daß die Datenkonstellationen unverändert bleiben bzw. sich gleichmäßig entwickeln. Es kommt doch darauf an, daß man bereits im Zeitpunkt der Prognoseaufstellung mit einer gewissen Sicherheit des Prognoseergebnisses rechnen kann und nicht erst nach dem Ablauf des Prognosezeitraumes feststellt, daß man wieder einmal "mit einem blauen Auge" davon gekommen ist. Eine Strombedarfsprognose, die Anspruch auf Genauigkeit erheben will, muß sich mit der künftigen Konstellation der Faktoren befassen und daraus den Strombedarf ableiten. Viele Faktoren sind in der Gegenwart stärker als in der Vergangenheit entscheidenden Änderungen unterworfen, man braucht dabei nur an den Faktor Arbeitskräfte zu denken. Im Regelfall sollte daher letztlich nur der Weg der auf einer Faktoruntersuchung aufbauenden Strombedarfsprognose beschritten werden. Damit ist ausgedrückt, daß die direkte Extrapolation bei der Strombedarfsprognose nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen brauchbar ist.

Die direkte Extrapolation kann angewendet werden:

1. Wenn eine Ungenauigkeit des Prognoseergebnisses von vornherein hingenommen werden kann,
2. wenn Termingründe dazu zwingen,
3. wenn die Entwicklung mit Hilfe anderer Methoden auch nicht sicherer zu prognostizieren ist.

Die größte Bedeutung kommt dem zuerst genannten Grund zu. Eine Ungenauigkeit kann unter folgenden Voraussetzungen vertretbar sein.

1. Das kommunale EVU deckt den Strombedarf seines Versorgungsgebietes nur teilweise durch die eigene Erzeugung. Für die Befriedigung des restlichen Strombedarfs wird

von einem anderen EVU Strom bezogen. Dem anderen EVU wird der Bedarf mehrere Jahre im voraus angegeben, wobei für den Strombezug von vornherein ein beachtlicher Schwankungsbereich für den jährlichen Strombezug bzw. für den Bezug innerhalb der gesamten Vertragszeit eingeräumt wird. Dieser Sachverhalt liegt z. B. vor, wenn ein großes EVU seine nicht ausgenutzte Kapazität anbietet, oder wenn ein Verbundwerk bei einem kommunalen EVU Einfluß gewinnen will. Diese Voraussetzungen sind in der Praxis nicht selten. Das beziehende EVU befindet sich in einer sehr günstigen Lage, weil das Risiko der künftigen Entwicklung von einem anderen EVU getragen wird. Ist außerdem aus der Vergangenheit bekannt, daß sich der Strombedarf bisher sehr gleichmäßig erhöht hat, ist die Anwendung der direkten Extrapolation durchaus sinnvoll.

2. Neben modernen Anlagen sind noch ältere Kraftwerksmaschinen vorhanden. Die Kapazität ist dadurch reichlich bemessen. Ein unerwarteter Bedarfsanstieg kann also abgefangen werden. Ist der Strombedarf niedriger als erwartet, werden die älteren Maschinen in einem geringeren Umfang als geplant bzw. überhaupt nicht eingesetzt. Brennstoffverbrauch, Unterhaltungskosten und eventuell auch Personalkosten sind bei der neuen Anlage erfahrungsgemäß bedeutend niedriger als bei den älteren Maschinen.
3. Wird eine Prognose getrennt nach einzelnen Abnehmergruppen durchgeführt, ist eine Anwendung der direkten Extrapolation für die kleineren Gruppen durchaus vertretbar.

Der an zweiter Stelle genannte Grund sollte an sich nie auftreten. Aus wissenschaftlicher Sicht kann er nicht akzeptiert werden. Dennoch ist gerade diese Erscheinung für die heutige Zeit typisch. Je wichtiger der Entscheidungs-

gegenstand ist, desto unsicherer ist die Basis, auf der diese Entscheidung aufbaut, weil die erforderlichen Unterlagen erst im letzten Augenblick in großer Eile zusammengestellt werden. Das scheint besonders für Prognosefragen zu gelten. Um diese Erscheinung zu verhindern, wurde bei der Untersuchung des Prognosezeitraumes die Forderung aufgestellt, die Strombedarfsentwicklung für einen Zeitraum von etwa fünf bis sechs Jahren im voraus zu überblicken. Dennoch muß bei den Gegebenheiten der Praxis mit diesem Grund hin und wieder gerechnet werden. Schließlich kann dieser Fall auch ohne Verschulden des EVU auftreten, wenn zum Beispiel das Versorgungsgebiet durch Demarkationsverträge mit benachbarten EVU überraschend vergrößert wird, und die Versorgung des hinzugekommenen Gebietes durch das eigene Kraftwerk erforderlich ist. Die direkte Extrapolation ermöglicht in diesem Fall wenigstens eine grobe Orientierung.

Auch der dritte Grund ist nur aus den Gegebenheiten der Praxis heraus zu verstehen. Es kann nämlich durchaus der Fall eintreten, daß zu Beginn der Prognose bereits feststeht, daß auch die mit der mühevollsten Methode aufgestellte Prognose zu keinem sichereren Ergebnis führen kann als dies auch die direkte Extrapolation liefert. Eine derartige Situation kann der Praktiker bereits von vornherein übersehen. Dieser Fall ist gerade bei den kommunalen Regionalwerken, die den elektrischen Strom an selbständige Weiterverteiler liefern, nicht selten. Denn es wird vielfach unmöglich sein, für diese Versorgungsgebiete Unterlagen für die Prognose zu erhalten.

Nach Ansicht des Verfassers ist die direkte Extrapolation auch hin und wieder die gegebene Methode für die Prognose des ganzen oder eines Teiles des Tendenzabschnittes, also desjenigen Abschnittes des Prognosezeitraumes, in dem eine geringere Genauigkeit der Prognose als im Bereitstellungsabschnitt vertretbar ist. Hier wird öfters keine andere

Möglichkeit bestehen, als die für den Bereitstellungszeitraum geschätzte Entwicklung des Strombedarfs zu extrapolieren. Ist es also beispielsweise wahrscheinlich, daß nach drei oder vier Jahren bereits eine Abschwächung des Wachstums zu erwarten ist, und führen weitere intensive Prognosebemühungen zu keinen entsprechend fundierten Ergebnissen, dann ist eine Fortführung der geschätzten Entwicklung durchaus berechtigt, ja sogar sinnvoll.

Man muß schon sehr spezielle Voraussetzungen stellen, um Anwendungsmöglichkeiten für die direkte Extrapolation zu erhalten. Die genannten Voraussetzungen können aber hin und wieder einzeln oder gemeinsam eintreten, so daß der direkten Extrapolation unter Berücksichtigung der oben angeführten allgemeinen Erleichterungen bei der Prognose der Edelenergie Elektrizität schon eine gewisse Daseinsberechtigung eingeräumt werden kann. Es darf auch nicht übersehen werden, daß die direkte Extrapolation häufig kombiniert wird mit dem Analogieschluß und der deduktiven Methode. Auf diese Art und Weise kann eine gewisse Korrektur der Trendextrapolation ermöglicht werden. Wenn beispielsweise bei Aufstellung der Prognose bekannt wird, daß die im Versorgungsgebiet ansässige stromintensive chemische Industrie, die Porzellan- oder die Zementindustrie beschlossen haben, Investitionen vorzunehmen, dann ist es sehr wohl möglich, die deduktive Methode mit der direkten Extrapolation zu verbinden und den Trendverlauf steiler zu verlegen, als es ohne diese Kenntnis der Fall gewesen wäre. Die Methode der direkten Extrapolation ist außerdem geeignet, festzustellen, inwieweit sich die mit anderen Methoden gewonnenen Ergebnisse von der bisherigen Entwicklung entfernt haben. Insoweit kommt der direkten Extrapolation eine gewisse Kontrollfunktion zu.

Grundsätzlich gesehen sollte die direkte Extrapolation jedoch nur in wirklichen Ausnahmefällen angewendet werden, weil sie zu wenig auf die einzelnen Faktoren eingeht, die den künftigen Strombedarf beeinflussen.

II. Die indirekte Extrapolation

Während bei der direkten Anwendung der Extrapolation auf Grund einer angenommenen autonomen Entwicklung prognostiziert wird, versucht man bei der indirekten Anwendung der Extrapolation zunächst die Entwicklung derjenigen Faktoren zu erfassen, von denen der künftige Strombedarf abhängig ist. Das sind die Bevölkerung, die Ausstattung der Haushaltungen mit elektrischen Geräten, die Produktion der Industrie usw. Zwischen den Einflußfaktoren und dem Strombedarf muß ein quantitativer Zusammenhang bestehen, den es alsdann zu ermitteln gilt. Die Vergangenheit bietet dafür gewisse Anhaltspunkte.

Von der indirekten Extrapolation kann ohne Zweifel eine erheblich höhere Genauigkeit erwartet werden als von den anderen Methoden. Denn bei dieser Methode wird versucht, die Auswirkung der zukünftigen Handlungsweisen der Abnehmer auf den Strombedarf auf Grund einer Analyse der Entwicklung bei den Faktoren zu ermitteln. Das ist für den langen Zeitraum der mittelfristigen Strombedarfsprognose natürlich sehr schwierig. Ein besonderes Problem tritt bei der Anwendung der indirekten Extrapolation bei der Strombedarfsprognose dadurch auf, daß es sehr fraglich erscheint, den quantitativen Zusammenhang zwischen einem Einflußfaktor und dem Strombedarf als konstant anzusehen. Mit dieser Annahme wird bekanntlich bei vielen Prognosen gearbeitet. Man kann beispielsweise nicht sagen, daß eine Erhöhung der Bevölkerung um x % stets eine Steigerung des Strombedarfs um y % zur Folge hat. Denn der Strombedarf je Kopf der Bevölkerung ist eine sich ständig ändernde Größe. Auch die Auswahl der Faktoren, die den Strombedarf beeinflussen, stößt auf erhebliche Schwierigkeiten (vgl. Kapitel IV).

Dennoch wird ein Fortschritt auf dem Gebiet der Strombedarfsprognose, also eine höhere Genauigkeit des Prognose-

ergebnisses, nur mit Hilfe der indirekten Extrapolation möglich sein, weil sie auf Grund ihrer Konzeption mit einem höheren Maß an Kausalität verbunden ist als die übrigen Methoden. Sie sollte stets angewendet werden, wenn das Wachstum kritisch beurteilt werden muß, also ein Fall, der gerade zur Zeit sehr akut ist. Allerdings wird es erforderlich sein, auch die indirekte Extrapolation durch Heranziehung der Aussagen der deduktiven Methode, des Analogieschlusses und auch der induktiven Methode zu unterstützen und zu kontrollieren.

§ 2 Ergebnis

Von den fünf untersuchten Prognosemethoden scheidet die Faustregelmethode wegen der Voraussetzungen, auf denen dieses Schlußverfahren aufbaut, für die mittelfristige Strombedarfsprognose aus, weil keine ausreichende Genauigkeit des Ergebnisses zu erwarten ist. Die deduktive Methode, der Analogieschluß und die induktive Methode können nicht als selbständige Prognosemethoden angesehen werden. Die deduktive Methode, weil sie die künftige Änderung der Einflußfaktoren nicht berücksichtigt, der Analogieschluß vor allem wegen der Unmöglichkeit, den Zeitpunkt des Eintritts einer bestimmten Erhöhung des Strombedarfs anzugeben. Die induktive Methode ist zu statisch.

Die sehr einfache direkte Anwendung der Methode der Extrapolation ist nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen sinnvoll, weil die zugrunde gelegten Annahmen sehr speziell sind und daher die Möglichkeit einer Anwendung weitgehend einengen. Die genauesten Ergebnisse dürften mit der indirekten Anwendung der Extrapolation zu erreichen sein, weil diese Methode auf die künftige Entwicklung derjenigen Faktoren eingehen kann, die den Strombedarf beeinflussen. Allerdings ist die Durchführung der indirekten Extrapolation sehr schwierig.

Beide Varianten der Extrapolation lassen sich sinnvoll kombinieren bzw. unterstützen mit der Deduktion, dem Analogieschluß und der Induktion. Bei der indirekten Extrapolation besteht die Gefahr, daß sie leicht zu einer zu niedrigen Vorausschätzung des künftigen Strombedarfs führen kann, weil künftige Anwendungsgebiete noch nicht bekannt sind. Man braucht dabei nur an das Gebiet der Elektrifizierung der Haushaltsküche zu denken. Viele Skeptiker sagen im Hinblick auf die Entwicklung der jüngsten Vergangenheit: "So kann es doch nicht weitergehen" und neigen so von vornherein zu einer zu vorsichtigen Beurteilung. Die direkte Extrapolation, die ja von einer autonomen Entwicklung ausgeht, überspringt diese Bedenken. So ist dann auch die direkte Extrapolation das Schlußverfahren der Optimisten, die indirekte Extrapolation dagegen das Schlußverfahren der Vorsichtigen.

Da die beiden Anwendungen der Extrapolation die ausschlaggebenden Methoden sind, seien die Einzelprobleme im folgenden im Rahmen dieser Methoden untersucht.

Kapitel III

Probleme der Prognose bei direkter Extrapolation

§ 1 Die Wahlmöglichkeit zwischen einer globalen Prognose und einer Sektorenprognose

Vorbemerkungen

In dem folgenden Abschnitt soll untersucht werden, unter welchen Voraussetzungen eine Aufteilung der gesamten Strombedarfsprognose (globale Strombedarfsprognose) in mehrere Sektorenprognosen (Einzelprognosen) zu einem höheren Genauigkeitsgrad des Prognoseergebnisses führen kann und welche Möglichkeiten für die Durchführung von Sektorenprognosen bestehen.

Bei einer globalen Strombedarfsprognose wird auf eine Unterteilung des künftigen Bedarfs völlig verzichtet. Der Strombedarf wird in einer Summe geschätzt. Bei der Sektorenprognose kann grundsätzlich eine Aufteilung des zukünftigen Strombedarfs sowohl nach Verbrauchergruppen (= Summe der gleichartigen Strombedarfsträger - das sind im Sinne der Arbeit Industrie- und Gewerbebetriebe, Haushalte, landwirtschaftliche Betriebe usw.) als auch nach den einzelnen Bezirken des Versorgungsgebietes vorgenommen werden. Eine Aufteilung nach Bezirken ist bei den relativ kleinen Versorgungsgebieten der kommunalen EVU für eine mittelfristige Prognose, die für die Kraftwerksplanung und die Ertragsvorschau die Grundlage bilden soll, nicht sinnvoll, weil die Kraftwerksanlagen nicht auf einzelne Verbrauchschwerpunkte aufgeteilt zu werden brauchen. Auch für eine Schätzung der Erträge bietet eine Aufteilung nach Bezirken keine logischen Anhaltspunkte. Die Sektorenanalyse nach Bezirken bleibt daher im folgenden unberücksichtigt. Eine Sektorenprognose nach Verbrauchergruppen wird dagegen in vielen Fällen sinnvoll sein, weil hier den besonderen Verhältnissen bei den einzelnen Verbrauchergruppen besser Rechnung getragen werden kann.

A. Gesichtspunkte für die Entscheidung

Es sei zunächst die Frage aufgeworfen, ob eine Sektorenprognose im Rahmen der direkten Extrapolation überhaupt zu einem anderen Ergebnis führen kann, als sich dieses auch bei Anwendung der einfacheren globalen Extrapolation ergeben würde. Denn die Summe des in der Vergangenheit bei den einzelnen Gruppen aufgetretenen Bedarfs ergibt ja den Gesamtbedarf. Infolgedessen muß auch die Summe aus den Extrapolationen des Bedarfs der einzelnen Sektoren gleich sein demjenigen künftigen Bedarf, der sich aus der Extrapolation des gesamten Strombedarfs ergibt. Diese Frage sei zunächst für die Ertragsvorschau untersucht.

Die einzelnen Verbrauchergruppen weisen bei allen EVU unterschiedliche Durchschnittserträge (Pf je kWh) auf. Eine globale Extrapolation wäre daher nur zu vertreten, wenn sich die Anteile des Strombedarfs der einzelnen Gruppen am gesamten Bedarf vom Zeitpunkte der Prognoseaufstellung über den gesamten Prognosezeitraum hinweg nicht ändern würden. Eine derartige Konstanz der Verbraucherstruktur kann jedoch nur in wirklichen Ausnahmefällen unterstellt werden. Nahezu bei jedem EVU gibt es irgendwelche Verbrauchergruppen, die sich über Jahre hinaus auf Kosten anderer Gruppen in den Vordergrund drängen. Das kann zu erheblichen Änderungen des Durchschnittsertrages führen, weil die Preisunterschiede je kWh zwischen den einzelnen Gruppen teilweise erheblich sind. Bei vielen EVU beträgt der Preisunterschied beispielsweise zwischen der Industrie- und der Haushaltsstromabgabe etwa 70 bis 100 %. Bei der Prognose als Grundlage für die Ertragsvorschau kommt es also nicht nur auf die richtige Bestimmung der Entwicklung des rein mengenmäßigen Strombedarfs an, sondern darüber hinaus auch noch auf eine Angabe über die Anteile der einzelnen Verbrauchergruppen am gesamten Bedarf. Diese Aufgabe ist aber im Regelfall nur mit Hilfe der Sektorenprognose zu lösen.

Aber auch bei der rein mengenmäßigen Prognose für die Kraftwerksplanung, wo es also ausschließlich auf die möglichst zutreffende Angabe der Kilowattstunden ankommt, hat die Sektorenprognose, so erstaunlich das auf den ersten Blick auch sein mag, durchaus eine Daseinsberechtigung. Erforderlich ist jedoch, daß man den Begriff der direkten Extrapolation nicht zu eng auslegt, sondern den Verhältnissen in der Elektrizitätswirtschaft anpaßt. Es würde gegen jedes Gefühl für ein vernünftiges menschliches Handeln verstoßen, wenn unterstellt würde, daß der bisherige Trend bei Anwendung der direkten Extrapolation *s t e t s* unbedenklich zu extrapolieren sei. Die Gefühlsgrößen Fingerspitzengefühl und Intuition, gepaart mit dem Sachverstand des Beurteilenden, sind von der direkten Anwendung der Methode der Extrapolation nicht fortzudenken. Der enge Kontakt zu seinem Versorgungsgebiet gibt dem Elektrizitätswirtschaftler bessere Anhaltspunkte für diese Gefühlsgrößen als dies bei anderen Wirtschaftszweigen, die in einem viel größeren Gebiet auch noch Konkurrenz erwarten und um ihren Marktanteil kämpfen müssen, der Fall ist. Diese Gefühlsgrößen beruhen vielfach auf dem Analogieschluß, der Deduktion sowie der Induktion. Es ist selbstverständlich zu beachten, daß die Voraussetzungen für die Anwendung der direkten Extrapolation vorliegen müssen.

Hinter den gleichen Bedarfszunahmen der letzten Jahre können die unterschiedlichsten Entwicklungen bei den einzelnen Sektoren stehen, so daß aus der Kenntnis über die Entwicklung der Industrie bzw. ihrer einzelnen Gruppe eine genauere Beurteilung der gesamten Bedarfszunahme und ihrer zukünftigen Entwicklung möglich ist. Bei der direkten Extrapolation ist dies aber nur sehr grob möglich. Mit der indirekten Extrapolation, bei der Faktoruntersuchungen durchgeführt werden, hat dieses Vorgehen nichts zu tun.

Die Sektorenprognose ist mit mehr Arbeit verbunden als die globale Prognose. Aus diesem Grunde sollte die Sektoren-

prognose nur angewendet werden, wenn angenommen werden kann, daß mit ihr ein höherer Grad an Genauigkeit zu erzielen ist. Es ist aber durchaus nicht so, daß die Strombedarfsprognosen in jedem Fall durch eine Mehrarbeit genauer werden. Gerade bei der Sektorenprognose besteht die große Gefahr, daß sie zu einer Art Selbstzweck, einer Spielerei ausartet, wenn die Verbrauchergruppen zu tief untergliedert werden. Je kleiner die Verbrauchergruppen gebildet sind, desto schwieriger ist der bei ihnen auftretende künftige Strombedarf vorauszuschätzen, weil auf den Vorteil der Kompensation gegenläufiger Entwicklungen verzichtet werden muß. Da die Kompensation aber bei der globalen Extrapolation durch die Zusammenfassung aller Verbrauchergruppen am größten ist, neigen viele kommunale EVU von vornherein zu dieser Prognoseform.

Eine Generalvoraussetzung für die Bildung von Sektoren ist das Vorhandensein entsprechender statistischer Unterlagen. Diese Hürde müßte an sich in jedem Fall genommen werden können, soweit sie den Strombedarf der Vergangenheit betrifft. Die EVU verfügen über sehr detaillierte Aufzeichnungen über den bei den einzelnen Tarifgruppen und Sonderabnehmern aufgetretenen Strombedarf. Die Aufbewahrungspflicht der Unterlagen beträgt 10 Jahre. Da diese Unterlagen aber für die Unternehmungsführung in mehrfacher Hinsicht von Bedeutung sein können, werden sie vielfach auch länger verwahrt. Schwieriger ist dagegen zu beurteilen, welcher Branche bzw. Produktionsgruppe die einzelnen Abnehmer zugeordnet werden können. Bei diesem Problem, daß letztlich nur die Verbrauchergruppe Industrie betrifft, sollte man nicht kleinlich vorgehen und den Begriff der einzelnen Branchen bzw. Produktionsgruppen entsprechend breit fassen, so daß ein Industriebetrieb nur bei einer grundsätzlichen Änderung des Produktionsprogrammes in einen anderen Sektor übernommen werden muß.

Die Entscheidung für die Wahl der globalen Prognose ist mit völlig entgegengesetzten Begründungen möglich. So kann die globale Prognose angewendet werden, wenn die Entwicklung bisher insgesamt sehr gleichmäßig verlaufen ist. Dieser Fall ist vor allem dann leicht gegeben, wenn der Anteil der Tarifabnehmer - also der Haushalte, des Gewerbes und der Landwirtschaft - besonders groß ist. Bei einer derartigen Verbraucherstruktur kann man mehr als es sonst möglich ist darauf vertrauen, daß keine abrupten Änderungen in der Strombedarfsentwicklung eintreten werden. Zumindest ist nicht einzusehen, daß die Sektorenprognose bessere Erkenntnisse bringen soll. Auch wenn in einem Versorgungsgebiet mit hohem Industrieanteil in der Vergangenheit bei den einzelnen Produktionsgruppen eine gleichmäßige Entwicklung zu verzeichnen war, kann eine globale Prognose angebracht sein, zumal wenn es sich um konjunkturunempfindliche Industrien handelt.

Aber auch aus dem entgegengesetzten Grunde kann für eine globale Prognose entschieden werden. Liegt eine heterogene Verbraucherstruktur mit konjunkturrempfindlicher Industrie und dem damit verbundenen unterschiedlichen Wachstum der einzelnen Sektoren vor, dann ist die Beurteilung der Entwicklungsmöglichkeiten der einzelnen Industriezweige mit größeren Unsicherheiten verbunden als bei einer globalen Schätzung. Denn meistens ist mit einer weiteren unterschiedlichen Entwicklung der Sektoren zu rechnen, so daß bei einer Sektorenbildung die Ermittlung des künftigen Strombedarfs im einzelnen nicht durchführbar erscheint. Durch die Mehrarbeit würde sich also geradezu ein noch ungenaueres Ergebnis einstellen. Dagegen ist es durchaus denkbar und in der Praxis auch hin und wieder erwiesen, daß der Gesamtverbrauch bei unregelmäßiger Entwicklung der einzelnen Sektoren insgesamt bedeutend gleichmäßiger verlaufen ist.

Während also im ersten Fall die Homogenität der Verbraucherstruktur bzw. der Entwicklung zu einer globalen Prognose führt, ist es im zweiten Fall die Heterogenität.

In der Mehrzahl der Fälle wird der Sachverhalt jedoch nicht so eindeutig liegen. Je größer das Versorgungsgebiet, desto eher wird die Sektorenprognose angewendet werden können, weil dann die einzelnen Sektoren noch groß genug sind, um gegenläufige Entwicklungen, die innerhalb eines Sektors auftreten, kompensieren zu können. Die Sektorenbildung wird sich im wesentlichen auf die Gruppe der Sonderabnehmer erstrecken, weil es hier Abnehmer und Abnehmergruppen gibt, die im Vergleich zu den übrigen Abnehmern eine Sonderstellung auf Grund ihrer bisherigen Entwicklung eingenommen haben. Sie sollten besonders herausgestellt werden, weil sie die Gesamtentwicklung verzerren. Es ist aber nicht erforderlich und sinnvoll, die Gesamtheit der Abnehmer in die höchstmögliche Zahl von Sektoren aufzuteilen. Die Genauigkeit der Strombedarfsprognose wird nur dann verbessert, wenn sich einzelne homogene Verbrauchergruppen bilden lassen. Nur dann kann ein gemeinsamer Trend ermittelt werden, ohne daß er lediglich eine mathematische Abstraktion darstellt. Ist es nicht möglich, die Gesamtheit der Abnehmer in homogene Gruppen einzuordnen, verbleibt ein heterogener Restsektor.

Eine Homogenität bzw. Gleichartigkeit liegt vor, wenn die Abnehmer der gleichen Branche angehören oder ein im großen und ganzen ähnliches Produktionsprogramm aufweisen. Dann läßt sich am ehesten auf eine etwa gleiche Entwicklungsrichtung schließen. Es kann aber auch durchaus richtig sein, solche Sektoren zu bilden, die bei völlig unterschiedlichem Produktionsprogramm die etwa gleiche Konjunktorempfindlichkeit haben. So lassen sich aus den Abnehmergruppen Schuhe und Textil oder Umschmelzen, Gießereien und Drahtwerke gemeinsame Sektoren bilden.

Um aber feststellen zu können, ob aus der Gesamtheit der Abnehmer Sektoren herausgeschält werden können, ist eine Aufspaltung in Sektoren für die Vergangenheit stets erforderlich. Diese Arbeit wird am besten jährlich durchgeführt. Eine nachträgliche Aufspaltung der Abnehmergruppe Industrie

ist mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden, weil das statistische Material im Laufe der Zeit leicht unvollständig werden kann, nach 10 bis 20 Jahren nicht mehr in jedem Fall bekannt ist, welcher Branche die Betriebe früher angehört haben, wie das Erhebungsschema in der Vergangenheit gestaltet war usw. Erst nachdem eine Sektorenbildung für die Vergangenheit vorgenommen worden ist, kann überhaupt eine fundierte Entscheidung über die Wahl zwischen der Globalprognose und der Sektorenprognose getroffen werden. Wenn sich ein EVU ohne eine solche Untersuchung von vornherein für die Globalprognose entschließt, können unter Umständen wertvolle Erkenntnisse, die zu einer Korrektur des bisherigen Trends führen können, verlorengehen.

In der Praxis ist zu beobachten, daß neben der Sektorenprognose noch eine Globalprognose aufgestellt wird. Die Ergebnisse sollen sich gegenseitig kontrollieren. Weichen diese voneinander ab, dann nimmt man für die Kraftwerksplanung das höhere und für die Ertragsvorschau das niedrigere Ergebnis.

B. Möglichkeiten der Sektorenbildung bei einer Entscheidung für die Sektorenprognose

Die Abnehmer der EVU lassen sich zunächst einteilen in die Tarifabnehmer und die Sonderabnehmer. Bei den Tarifabnehmern handelt es sich um eine Vielzahl kleiner Abnehmer, die weiter unterteilt sind in Haushalte, Gewerbe, Landwirtschaft und Kleinstabnehmer. Ihnen gegenüber steht die Gruppe der Sonderabnehmer. Diese Gruppe umfaßt die Industriebetriebe, Verkehrs- und Hafenbetriebe, größere Betriebe des Handels und des Dienstleistungsgewerbes, die öffentliche Beleuchtung, also sämtliche größeren Abnehmer, deren Abnahmeverhältnisse sich nicht mehr mit denjenigen der Tarifabnehmer vergleichen lassen. Aus der Statistik der kommunalen EVU lassen sich ohne weiteres die Sektoren

Tarifabnehmer - Sonderabnehmer

ermitteln. Diese Sektorenbildung ist deshalb sehr sinnvoll, weil sie auf der einen Seite die erfahrungsgemäß weitgehend konjunkturunabhängige Verbrauchergruppe der Tarifabnehmer, bei der - wie Vergangenheit und Gegenwart beweisen - über längere Zeiträume hinweg sehr häufig eine gleichmäßige Entwicklung unterstellt werden kann, von der insgesamt gesehen konjunkturabhängigeren Verbrauchergruppe der Sonderabnehmer trennt. Bei den kommunalen Regionalwerken, die in ihrer flächenmäßigen Ausdehnung größer sind als die Stadtwerke, werden öfters drei Sektoren gebildet, nämlich

Tarifabnehmer - Sonderabnehmer - Wiederverkäufer.

Die Wiederverkäufer sind Verteiler, die den elektrischen Strom beziehen und in ihrem Versorgungsgebiet an ihre eigenen Abnehmer weitergeben. Die regionalen EVU sehen sich einer besonderen Schwierigkeit gegenüber, weil sie die Absatzverhältnisse in einem fremden Versorgungsgebiet beurteilen müssen. Die Verteilerunternehmen selbst stellen vielfach überhaupt keine Prognosen auf, weil sie den Strombezug vertraglich gesichert haben. Nun ist es jedoch sehr zweifelhaft, ob die Bildung des Sektors Wiederverkäufer stets sinnvoll ist. Während es sich bei den Tarif- und Sonderabnehmern um letztverbrauchende Abnehmer handelt, stellt die Stromabgabe an die Wiederverkäufer nur eine Zusammenfassung des Verbrauchs von Tarif- und Sonderabnehmern sowie der entsprechenden Netz- und Umspännverluste dar. Für die Beurteilung des künftigen Strombedarfs ist aber eine Trennung der gesamten Abnehmer in Tarif- und Sonderabnehmer wegen der unterschiedlichen Konjunktorempfindlichkeit und Entwicklung im Regelfall geboten. Auch die unter Umständen sehr wichtigen Sonderentwicklungen bei einzelnen Industriegruppen können bei einer pauschalen Zusammenfassung in der völlig heterogenen Verbrauchergruppe Wiederverkäufer verlorengehen. Die regionalen EVU sollten daher die Verhältnisse in dem Versorgungsgebiet des Wiederverkäufers selbst untersuchen und die Stromabgabe an den Wiederver-

käufer auf die Sektoren Tarif- und Sonderabnehmer aufteilen. Die Bestimmung der voraussichtlichen Netz- und Umspannverluste ist auf Grund von Erfahrungswerten unproblematisch.

Für die Schätzung der Erträge ist es dagegen zweckmäßig, einen besonderen Sektor Wiederverkäufer zu bilden, wenn die Durchschnittserträge aus der Abgabe an Sonderabnehmer und Wiederverkäufer wesentlich voneinander abweichen.

Der Sektor Tarifabnehmer läßt sich gegebenenfalls weiter aufspalten in die Sektoren Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft. Von der statistischen Seite her dürften sich keine Schwierigkeiten ergeben, weil für diese Abnehmer verschiedene Tarife bestehen, so daß der auf diese Abnehmergruppen entfallende Stromverbrauch und die Erträge vorliegen müßten. Die Kleinstabnehmer für Licht und Kraft wird man zweckmäßigerweise teilweise dem Haushalt (Licht) und teilweise dem Gewerbe (Kraft) zurechnen. Die neben den übrigen Abnehmergruppen oft noch vorhandene Gruppe mit einem gemischten Haushalt-Gewerbe-Tarif muß von Fall zu Fall ihrem Schwergewicht entsprechend dem Sektor Gewerbe oder Haushalt angelastet werden. Eine Aufspaltung ist wegen der Problematik eines genauen Schlüssels nicht sinnvoll. Auch für die Ertragsvorschau dürfte eine Bildung getrennter Sektoren für Haushalte, Gewerbe und Landwirtschaft richtig sein, wenn bei erheblich abweichenden Durchschnittserträgen Verschiebungen zwischen diesen Sektoren zu erwarten sind.

Bei der Sektorenbildung kann es durchaus möglich sein, daß nicht nur Industriezweige, sondern auch einzelne Großbetriebe, auf die ein erheblicher Teil der gesamten Stromabgabe entfällt, einen selbständigen Sektor bilden.

Eine Sonderstellung nimmt vielfach der Verkehr ein (Bundesbahn, U-Bahn, Straßenbahn, Oberleitungsbusse), der in den meisten Versorgungsgebieten niedrigere Zuwachsraten als die Industrie aufweist. Außerdem verläuft die Entwicklung meistens recht gleichmäßig. Abrupte Änderungen des Strombe-

darfs, die durch die Inbetriebnahme neuer U-Bahn bzw. elektrifizierter Bundesbahnstrecken oder auf die Stilllegung von Straßenbahnen oder Oberleitungsbusbetrieben entstehen, sind in Regelfall mehrere Jahre im voraus erkennbar. Da auch die Straßenbeleuchtung und die Behörden vielfach gleichmäßige Eigenentwicklungen aufweisen, bietet sich in solchen Fällen die Sektorenbildung

Industrie-Haushalt-Handel/Handwerk/Gewerbe-Verkehr-
Straßenbeleuchtung/Behörden

an.

Eine eingehende Sektorenbildung der gesamten Verbrauchergruppe Industrie wird bei großen Versorgungsgebieten (Großstädte, große regionale EVU) noch am ehesten möglich sein. So hat sich eine westdeutsche Großstadt vor einigen Jahren entschieden, die größten Abnehmer getrennt zu untersuchen und die übrigen Abnehmer in verschiedene Produktionsgruppen zu gliedern. Es wurden folgende Sektoren für die Produktionsgruppen gebildet:

1. Steine und Erden
2. Umschmelzen, Gießereien, Drahtwerke
3. Stahl- und Waggonbau
4. Allgemeiner Maschinenbau
5. Fahrzeugbau
6. Fahrzeugbau-Zulieferbetriebe
7. Elektrotechnik
8. Feinmechanik, Optik
9. Druck und Papier
10. Schuhe, Textil
11. Nahrungs- und Genußmittel, Brauereien
12. Chemische Betriebe, Lackfabriken
13. Holzverarbeitung, Bau
14. Versicherungen, Banken, Büros
15. Kino, Theater, Krankenhäuser
16. Kaufhäuser, Geschäfte
17. Hotels, Gaststätten
18. Behörden einschließlich Bundeswehr
19. Schulen und Lehranstalten

Eine derartige feingliedrige Sektorenbildung kann jedoch erst richtig ausgenutzt werden, wenn man sich der Methode der indirekten Extrapolation (Faktoranalyse) bedient. Im Rahmen der direkten Extrapolation würde eine solche Unterteilung nur selten zu genaueren Ergebnissen führen können als dies auch bei einer gröberen Sektorenbildung der Fall ist.

§ 2 Die Ermittlung des Trends

A. Inwieweit sollen Störungsfaktoren berücksichtigt werden?

Bei jeder Trendbestimmung taucht die Frage auf, ob und wie die in der bisherigen Zeitreihe aufgetretenen Störungsfaktoren zu berücksichtigen sind. Durch die Berücksichtigung dieser Störungsfaktoren hofft man, die Eigengesetzlichkeit der Zeitreihe klarer erkennen zu können. Es wird angenommen, daß die Extrapolation der bereinigten Zeitreihe ein genaueres Ergebnis zu liefern vermag als die Extrapolation der unbereinigten Zeitreihe.

Die Entscheidung, welche Ereignisse als ins Gewicht fallende Störungsfaktoren eliminiert werden sollen, ist bei der Strombedarfsprognose nicht unproblematisch. Grundsätzlich handelt es sich bei den Störungsfaktoren um abrupt auftretende exogene Vorgänge. Treten diese Vorgänge im Laufe der Zeit nach und nach in Erscheinung, sind ihre Auswirkungen nur schwer erfaßbar. In solchen Fällen wird man sie häufig lediglich als einen Teil der laufenden Entwicklung betrachten müssen.

Ausgeschaltet werden müssen ohne Zweifel die Folgen von Wirtschaftskrisen und Kriegen. Diese untypischen Ereignisse müssen für die Strombedarfsprognose als einmalige, sich nicht wiederholende Vorgänge angesehen werden. Die Auswirkungen dieser Störungen sind anhand der Zeitreihe klar erkennbar.

Wie sollen aber diejenigen Störungen, die als Folge von Strukturänderungen des betreffenden Versorgungsgebietes auftreten, berücksichtigt werden? Die Strukturänderungen entstehen durch

1. Änderung der Fläche des Versorgungsgebietes,
2. Zu- oder Abwanderung von großen Industrieunternehmen,
3. einmalige Bevölkerungsverschiebungen (Flüchtlinge).

Die bisherige Zeitreihe erfährt durch die Strukturänderung einen Bruch. Derjenige Teil der Zeitreihe, der vor dem betreffenden Ereignis liegt, kann für die Trendberechnung in seiner bisherigen Form nicht herangezogen werden, weil er auf völlig anderen Wachstums Voraussetzungen aufbaut. Besondere Schwierigkeiten ergeben sich, wenn die Strukturänderungen erst kurz vor dem Prognosezeitraum eingetreten sind. Liegt dieser Fall vor, behilft man sich bei der Methode der direkten Extrapolation am besten mit einer Parallelverschiebung der bisherigen Trendlinien. Für das Ausmaß der Trendkorrektur kann bei einer Verkleinerung des Versorgungsgebietes sowie bei dem Zu- und Abwandern von großen Industriebetrieben auf die eigene Betriebsstatistik bzw. auf die vertraglichen Vereinbarungen mit den zugewanderten Industriebetrieben zurückgegriffen werden. Wird das Versorgungsgebiet vergrößert, ein Fall, der bei den Regionalunternehmen nicht selten ist, müßte das bisher für die Versorgung verantwortliche EVU mit Unterlagen dienen können. Die Auswirkungen der in der Vergangenheit aufgetretenen abrupten Bevölkerungsverschiebungen lassen sich dagegen nur innerhalb eines größeren Spielraumes vermuten. Ein solches Ereignis ist aber auch sehr selten.

Liegt der Zeitraum, in dem die Strukturänderung aufgetreten ist, schon eine erhebliche Zeitspanne zurück, dann ist es sinnvoll, den Trend nur aus der nach der Strukturänderung aufgetretenen Zeitreihe zu entwickeln.

Weitere Störungsfaktoren, die zu erheblichen Streuungen des Elektrizitätsverbrauchs geführt haben können, sind Streiks, ausgeprägte Hitze- und Kälteperioden sowie die Versorgung der Industrie, wenn deren eigene Kraftwerke - meistens Wasserkraftwerke in Niedrigwasserjahren - ganz oder teilweise ausgefallen sind. Natürlich verläuft die Zeitreihe bei einer Eliminierung dieser Störungsfaktoren gleichmäßiger, jedoch wird die Voraussage durch eine derartige Maßnahme nicht verbessert, weil sich diese Ereignisse im Ge-

gensatz zu den oben als 1. bis 3. aufgeführten Störungsfaktoren leicht wiederholen können. Wichtiger dürfte die Erkenntnis sein, in welchem Umfang sich diese Störungsfaktoren, mit denen ja zu rechnen ist, auf den zukünftigen Bedarf auswirken können. Das ist um so wichtiger, je näher die Strombedarfskurve an der Kapazitätsgrenze der Erzeugungsanlagen liegt.

B. Welcher Zeitraum der Vergangenheit soll der Trendberechnung zugrunde gelegt werden?

Das Problem der Länge des Beobachtungszeitraumes ist eng mit dem Problem der Störungsfaktoren verbunden. Sind diese, soweit es zweckmäßig erschien, eliminiert worden, dann ist es im allgemeinen möglich, den Trend aus der Zeitreihe der letzten 30 bis 40 Jahre zu bilden. Für diesen Zeitraum dürften die erforderlichen statistischen Unterlagen - wenigstens für die Globalprognose - überall vorliegen.

Ist es aber richtig, für die Trendberechnung stets einen möglichst langen Beobachtungszeitraum heranzuziehen? Wenn man die Praxis der Trendberechnung verfolgt, dann müßte man diese Frage unbedingt bejahen. Gerade bei den Elektrizitätsbedarfsprognosen werden für die Trendberechnung möglichst lange Zeitreihen zugrunde gelegt, weil man glaubt, die Eigengesetzlichkeit dieser Zeitreihe so besser beurteilen zu können. Dieses Vorgehen muß indes höchst bedenklich erscheinen. Die Strombedarfskurven bei den deutschen EVU zeigen seit dem ersten Weltkrieg stets zwei nicht zu übersehende Einschnitte, die auf die Wirtschaftskrise der dreißiger Jahre und auf den Zusammenbruch der Wirtschaft bei Kriegsende zurückzuführen sind. Die Strombedarfsentwicklung weist bei vielen EVU nach diesen Ereignissen ein anderes Bild auf, als es vorher der Fall gewesen ist. Nach Ansicht des Verfassers kann man daher nicht immer von einer einzigen Eigengesetzlichkeit der Zeitreihe sprechen und diese von Anfang an heranziehen, sondern oft

nur von drei verschiedenen Eigengesetzlichkeiten, die sich in einem unterschiedlichen Tempo der Entwicklung ausdrücken. Darüber hinaus können noch neue Entwicklungsrichtungen auftreten, die auf Strukturänderungen des Versorgungsgebietes zurückzuführen sind.

Es kann daher nicht richtig sein, die Dauer des Beobachtungszeitraumes in jedem Fall möglichst lange auszudehnen, wenn sich die Datenkonstellationen im Zeitablauf einschneidend geändert haben. Man muß unterscheiden, ob sich der Strombedarf von Anfang an nach einer einzigen Eigengesetzlichkeit entwickelt hat oder ob Einschnitte vorhanden sind, die auf eine neue Eigengesetzlichkeit schließen lassen. Nach exogenen Einflüssen, die zu einer erheblichen Verminderung des Stromverbrauches geführt haben, ist meistens ein sehr lebhafter Anstieg, der auf den Nachholbedarf zurückgeführt werden kann, zu verzeichnen. Danach ist dann wieder eine ruhigere Entwicklung zu erwarten. Nach dem zweiten Weltkrieg wird der Anfang eines geeigneten Beobachtungszeitraumes nicht vor 1950 anzusetzen sein.

Als Beispiel für diese Ausführungen sei die Entwicklung des Strombedarfs in einer westdeutschen Großstadt (1956 etwa 180 000 Einwohner) angeführt (Abb. 6). Die Strombedarfsentwicklung hat in diesem Versorgungsgebiet durch die Wirtschaftskrisen zu Anfang der dreißiger Jahre und durch den zweiten Weltkrieg einschneidende Veränderungen erfahren. Dagegen waren wesentliche Strukturänderungen nicht zu verzeichnen. Die durchschnittlichen jährlichen Zuwachsraten betragen 7,7 %, 6,7 % bzw. 9,1 %, je nachdem, ob der Beobachtungszeitraum die Jahre 1920 bis 1956, 1924 bis 1956 oder 1950 bis 1956 umfaßt. Die Unterschiede der beiden niedrigeren Zuwachsraten zu der höheren Zuwachsrate machen immerhin 18 % bzw. 36 % aus. Heute kann nachträglich festgestellt werden, daß es richtig gewesen wäre, den Zeitraum von 1950 bis 1956 heranzuziehen, weil er mit der entsprechenden Zuwachsrate von jährlich 9,1 % der weiteren Entwicklung der folgenden drei bis vier Jahre am nächsten gekommen ist.

Abb. 6



C. Die Methoden der Trendberechnung

Zur Bestimmung des Trends stehen drei Methoden zur Verfügung¹⁾:

1. Die zeichnerische Methode
2. Die Methode der gleitenden Durchschnitte
3. Die Methode der kleinsten Quadratsumme

I. Die zeichnerische Methode

Sie stellt die einfachste Methode der Trendbestimmung dar. Es wird gänzlich unmathematisch auf Grund des Augenmaßes eine Linie durch die bisherige Elektrizitätsbedarfskurve gezeichnet, bei der der Inhalt der Flächenstücke oberhalb dieser Linie gleich dem Inhalt der Flächenstücke unterhalb dieser Linie sein muß. Gegen diese Methode kann eingewendet werden, daß verschiedene Menschen zu verschiedenen Trendverläufen gelangen werden. Bei Fachkräften, die häufiger mit derartigen Trendbestimmungen zu tun haben, dürften jedoch keine wesentlichen Unterschiede auftreten.

II. Die Methode der gleitenden Durchschnitte

Bei dieser Methode werden aus dem Strombedarf verschiedener hintereinander liegender Jahre oder Monate Durchschnitte gebildet. Jedes Jahr bzw. jeder Monat wird also mehrfach zur Bildung von durchschnittlichen Strombedarfsziffern herangezogen. Durch diese Methode werden die Streuungen, die mal über und mal unter einer gedachten Bedarfslinie liegen, näher an diese herangeführt. Eine Bildung von weiteren Durchschnitten aus den vorher berechneten Durchschnitten hat zwar eine erhebliche Glättung der empirischen Zeitreihe zur Folge, verwischt dafür aber leicht die Besonderheiten der tatsächlichen Entwicklung. Auch die

¹⁾ Flaskämper, Paul, Allgemeine Statistik, Teil I, 2. Auflage, Hamburg 1949, S. 140 ff.

Bildung eines gleitenden Durchschnittes aus den in einer größeren Anzahl von Jahren aufgetretenen Stromverbräuchen erscheint bedenklich, weil der - beispielsweise aus 4 Jahren - gebildete Durchschnitt zu stark von der tatsächlichen Entwicklung fortführt und eine nicht vorhandene Gleichmäßigkeit der Entwicklung vortäuscht.

Es muß aber ausdrücklich betont werden, daß gerade mit der Methode der gleitenden Durchschnitte bei einer Zusammenfassung der Stromverbräuche von zwei bis höchstens drei Jahren in der Praxis gute Grundlagen für Trendextrapolationen geschaffen worden sind. Der Stromverbrauch entwickelt sich nicht geradlinig, sondern wellenförmig. Diese Schwankungen gleichen sich in einem zwei- bis dreijährigen Rhythmus aber recht gut aus. Auch für die Beobachtung des Strombedarfs im Prognosezeitraum ist diese Methode geeignet, weil die einzelnen Jahre nicht isoliert betrachtet werden. Dadurch wird die Gefahr gebannt, die Prognose voreilig zu korrigieren, wenn sich kurzfristige Abweichungen vom geschätzten Trend einstellen.

III. Die Methode der kleinsten Quadratsumme

Diese Methode bietet die mathematisch vollkommenste Lösung des Versuchs, einen Trend durch eine Zeitreihe zu legen. Der Methode liegt die gleiche Eigenschaft wie dem arithmetischen Mittel zugrunde, nämlich daß die Summe der Quadrate sämtlicher Abweichungen von ihm ein Minimum ist. Da der Trend als ein dynamischer Mittelwert aufgefaßt werden kann, muß die Summe der Quadrate der Abweichungen der empirischen von den Trendwerten, also die Summe $(y - y')^2$ ein Minimum bilden.¹⁾

1) Flaskämper, Paul, a.a.O., S. 145. Die Ableitung der Bestimmungsgleichungen für einen linearen Trend lautet

$$\begin{aligned}\text{Summe } y &= na + b (\text{Summe } x) \\ \text{Summe } xy &= a (\text{Summe } x) + b (\text{Summe } x^2)\end{aligned}$$

Die Methode bietet eine besondere Schwierigkeit, weil die Form des Trends - zum Beispiel ein geradliniger oder ein parabolischer - von vornherein festgelegt werden muß. Wird ein geradliniger Trend für angebracht gehalten, so ist von der Gleichung $y = a + bx$ auszugehen. Einige EVU unterstellen für die Anwendung der Methode der kleinsten Quadratsumme die Funktion $E_t = E_0 \times q^t$ mit der Begründung, daß es sich bei der Entwicklung des Strombedarfs um eine Wachstumsfunktion handeln würde.¹⁾

Die Methode der kleinsten Quadratsumme ist durch ihre mathematische Grundlage nicht einfach. Flaskämper weist darauf hin, daß durch die gleiche empirische Kurve vielfach ebenso gut ein parabolischer Trend zweiter oder noch höherer Ordnung oder ein ganz andersartiger Trend gelegt werden kann. Darüber hinaus habe eine Berechnung der Trendlinie nach dieser Methode überhaupt nur dann einen Sinn, wenn sich ein bestimmter Trend zwanglos durch die empirische Zeitreihe legen lasse, wenn also die Abweichungen vom Trend nach oben und unten verhältnismäßig gering sind.²⁾

IV. Ergebnis

Bei den speziellen Voraussetzungen für die Anwendbarkeit der Methode der kleinsten Quadratsumme ist nicht einzusehen, warum man diese komplizierte Methode zur Trendbestimmung des Elektrizitätsbedarfs heranziehen soll. Mit dieser Methode kann schließlich keine größere Genauigkeit erzielt werden, als dies bei der zeichnerischen Methode und - unter vorsichtiger Anwendung - mit der Methode der gleitenden Durchschnitte der Fall ist. Außerdem besteht bei der Methode der kleinsten Quadratsumme die Gefahr, daß mit ihr eine nur mathematisch vorhandene Exaktheit vorgetäuscht wird. Nach Ansicht des Verfassers sollten nur die zeichnerische

1) Entnommen aus den Unterlagen kommunaler EVU

2) Flaskämper, Paul, a.a.O., S. 144

Methode und die Methode der gleitenden Durchschnitte zur Trendbestimmung herangezogen werden, und zwar vor allem deshalb, weil sie bei weniger Mühe kein ungenaueres Ergebnis liefern als die Methode der kleinsten Quadratsumme. Schließlich ist es auch hier so, daß die Mehrarbeit nicht unbedingt zu einem besseren Ergebnis führen muß.

Für die Methode der gleitenden Durchschnitte spricht besonders, daß sie der Eigenart der wellenförmigen Entwicklung des Elektrizitätsbedarfs Rechnung trägt, wenn die Durchschnitte aus den letzten zwei bis drei Jahren gebildet werden. Besonders gute Dienste leistet diese Methode, wenn sie bei der Berechnung eines Trends angewendet wird, der aus den relativen jährlichen Zuwachsraten gebildet werden soll (vgl. § 3 A II dieses Kapitels).

§ 3 Die Methoden

Vorbemerkungen

Innerhalb der direkten Extrapolation können zwei Methoden-
gruppen unterschieden werden. Einmal handelt es sich um
Methoden, die aus dem bisherigen Verlauf des Elektrizitäts-
bedarfs eine autonome Eigengesetzlichkeit ableiten, deren
Gültigkeit auch für die weitere Entwicklung unterstellt
wird. Diese Methoden werden im Regelfall angewendet (Ab-
schnitt A). Daneben wird in der Elektrizitätswirtschaft
von einigen Autoren jedoch die Meinung vertreten, daß die
Zeitreihe des Elektrizitätsbedarfs einer vorgegebenen bio-
logischen Wachstumskurve (S-Kurve) folge¹⁾. Diese Autoren
versuchen, den weiteren Verlauf der von ihnen unterstell-
ten S-Kurve mit Hilfe von Methoden, die entweder den Wen-
depunkt oder den Grenzwert der Wachstumskurve zu bestimmen
versuchen, zu prognostizieren (Abschnitt B).

A. Die Extrapolation des Trends bei Annahme einer auto- nomen Eigengesetzlichkeit

I. Die Extrapolation des absoluten Elektrizitätsbe- darfs

Bei dieser Methode wird aus der bisherigen Entwicklung des
absoluten Elektrizitätsverbrauches (kWh) der Trend be-
stimmt. Dieser wird dann in die Zukunft verlängert (vgl.
hierzu auch Abb. 3 bis 6).

¹⁾ Menge, A., Darf man in der Elektrowirtschaft prophe-
zeien? Eine biologische Studie, Technik und Wirtschaft,
26. Jhg., 1933, S. 37 - 44

Steiner, H., I, Tendenzen der Stromverbrauchsentwick-
lung, Eltwirtschaft, Bd. 52, 1953, S. 283 - 287

ders., II, Energieprognosen in Theorie und Praxis,
Eltwirtschaft, Bd. 58, 1959, S. 585 - 592

Der Vorteil dieser Methode besteht in der Einfachheit der Durchführung. Das geschätzte Ergebnis kann sofort abgelesen werden. Einige EVU errechnen die Entwicklung des Strombedarfs innerhalb eines Korridors, der von der wahrscheinlichen niedrigsten und höchsten Zunahme des Strombedarfs begrenzt wird. Für die Kraftwerksplanung wird des öfteren die Höchst- und für die Ertragsvorschau die Mindestentwicklung zugrunde gelegt.

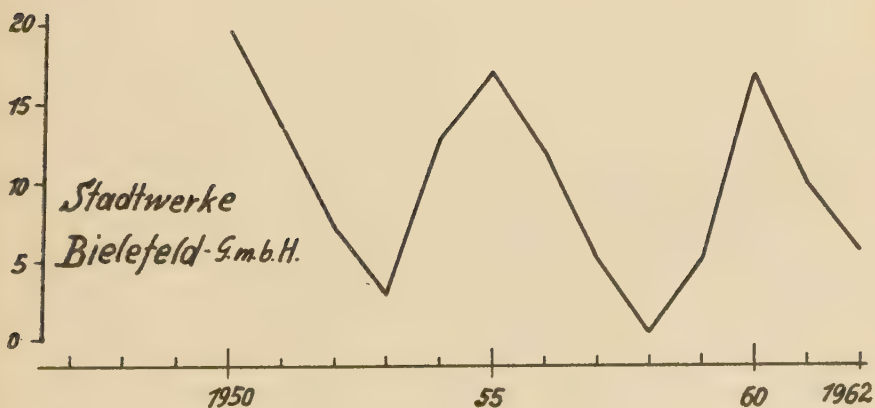
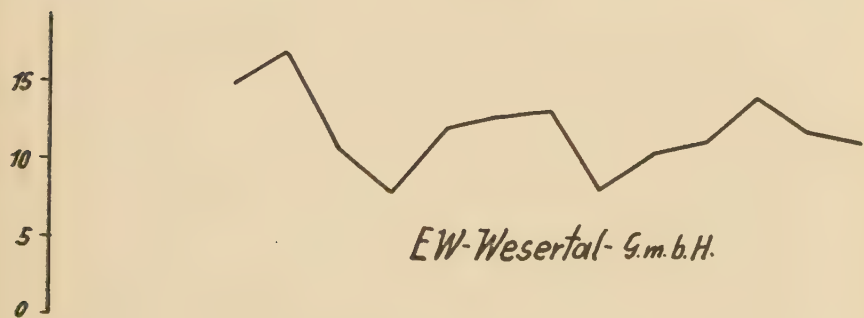
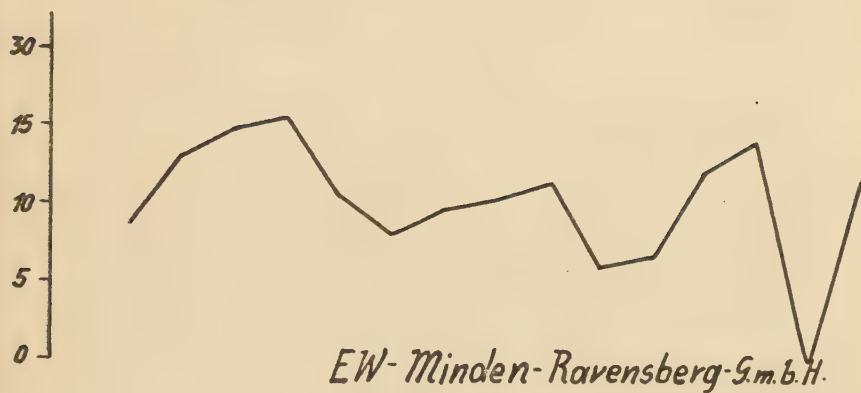
II. Die Extrapolation der relativen Zuwachsraten

Diese Methode beruht auf einem Vergleich der relativen Zuwachsraten (in Prozenten ausgedrückte Bedarfszu- oder -abnahme, bezogen auf das jeweilige Vorjahr oder den entsprechenden Vorjahresmonat) der letzten Jahre und der Extrapolation des gefundenen Trends. Die absolute Höhe des Elektrizitätsbedarfs im Prognosezeitraum kann aus den jeweiligen relativen Zuwachsraten und dem im letzten Jahr vor der Aufstellung der Prognose aufgetretenen Strombedarf errechnet werden.

Der Vorteil dieser Methode besteht in der leichten Erkennbarkeit und Übersichtlichkeit der Verbrauchsänderungen in der Vergangenheit. Da die Entwicklung vor allem in größeren Versorgungsgebieten oftmals recht regelmäßig verläuft, wird man gegebenenfalls veranlaßt, eventuellen Abweichungen auf den Grund zu gehen.

Der Verfasser stellte bei einer Untersuchung der Elektrizitätsbedarfsentwicklung bei kommunalen EVU mittlerer Größe regelmäßig verlaufende Zyklen der Zuwachsraten fest. In den Abbildungen 7 bis 9 ist die Entwicklung der Zuwachsraten für den in drei dieser Versorgungsgebiete aufgetretenen Strombedarf wiedergegeben. Die Versorgungsgebiete sind vor allem wegen des unterschiedlichen Anteiles und der Zusammensetzung der Industrie sowie auch der räumlichen Ausdehnung sehr verschiedenartig. Die Zuwachsraten beziehen

%

Abb. 7-9

sich auf den im jeweiligen Vorjahr aufgetretenen Strombedarf. Diese Untersuchungen zeigen, daß sich die Zuwachsraten an einen bestimmten mehrjährigen Zyklus anzulehnen scheinen, wobei allerdings Beginn und Ende des Zyklus bei den einzelnen EVU zeitlich unterschiedlich liegen.

Im weiteren Verlauf seiner Untersuchungen ist der Verfasser im Hause der Berliner Kraft- und Licht- (Bewag) AG auf einen intern durchgeführten Vergleich aufmerksam gemacht worden, an dem sich sieben Großstädte beteiligt haben. Bei diesem Vergleich sind, um die Saisonbewegung auszuschalten, die Zuwachsraten des beweglichen Jahres ermittelt worden. Es wurden Zeitreihen von 12 Monaten gebildet und die Ergebnisse dem in der Mitte liegenden Monat zugeordnet. Das jeweilige Monatsergebnis schließt also, 5 1/2 Monate davor und 5 1/2 Monate danach ein. Für den Juli lautet der gleitende 12-Monatsdurchschnitt:

$$\bar{y} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} \text{ Jan.} + \text{Febr.} + \dots + \text{Juli} + \dots + \text{Dez.} + \frac{1}{2} \text{ Jan.} \right)$$

oder allgemein ausgedrückt:

$$\bar{y} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} y_{i-6} + y_{i-5} + \dots + y_i + \dots + y_{i+5} + \frac{1}{2} y_{i+6} \right)$$

Die Differenz wurde errechnet zwischen dem gleitenden 12-Monatsdurchschnitt eines Monats des laufenden Jahres und dem des gleichen Monats des Vorjahres. Man bezog die Differenz auf den gleitenden 12-Monatsdurchschnitt des Vorjahres und drückte sie in Prozent aus. Die Unterlagen sind dem Verfasser von den beteiligten EVU freundlicherweise zur Verfügung gestellt worden (Abb. 10 bis 11). Bei diesen großen Versorgungsgebieten wird ein Zwei-Jahres-Zyklus, abgesehen von gewissen Niveauunterschieden und zeitlichen Verschiebungen, beachtlich streng eingehalten. Bei den Abbildungen fällt auf, daß nach einem Jahr mit großer Zuwachsrate ein Jahr mit kleiner Zuwachsrate und auf ein Jahr mit kleiner Zuwachsrate ein Jahr mit großer Zuwachsrate

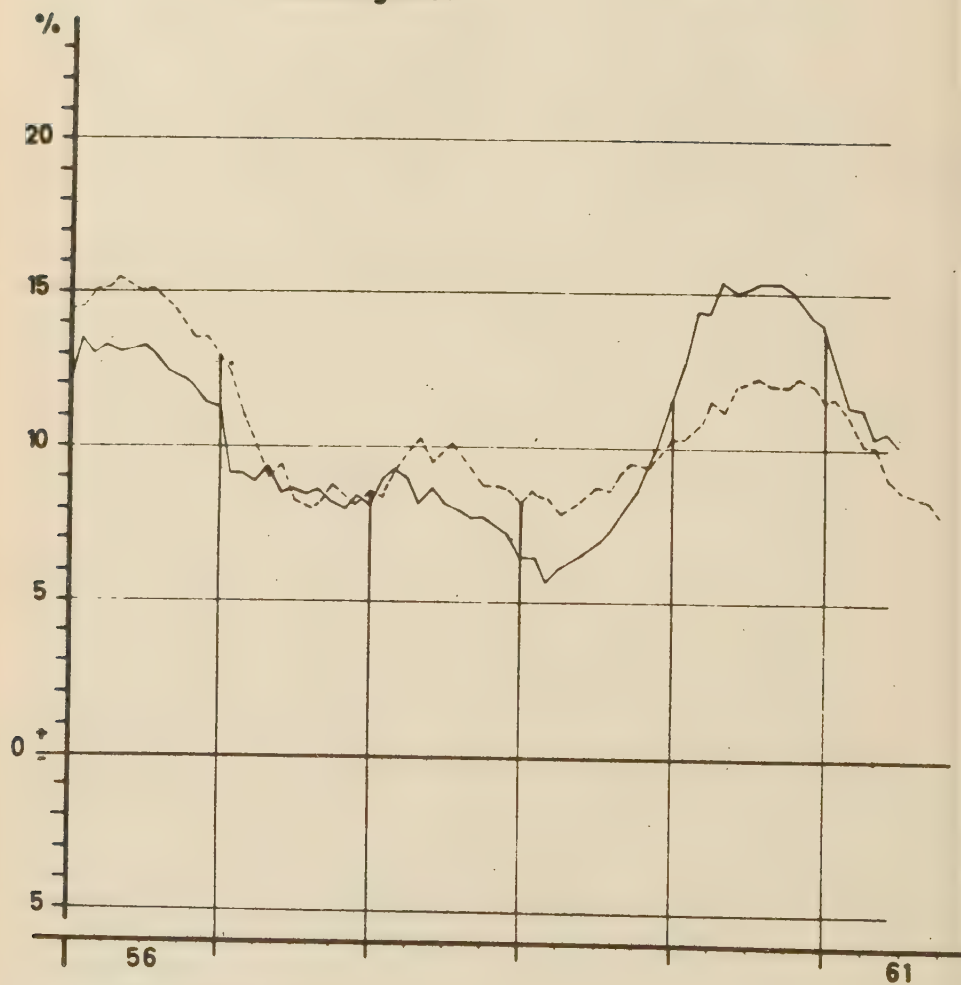
folgt. Diese Erscheinung dürfte zum Teil darauf zurückzuführen sein, daß die Bezugsgröße - die verbrauchten kWh - nach einem Jahr mit hoher Zuwachsrate gegenüber der vorjährigen Bezugsgröße verhältnismäßig groß geworden ist. Dadurch wird eine "Echowirkung" ausgelöst, auf Grund der die Zuwachsrate des Folgejahres niedriger ausfällt. Entsprechend umgekehrt ist die Entwicklung nach einem Jahr mit kleiner Zuwachsrate. Die Zyklen sind um so ausgeprägter, je größer der Strombedarf in dem betreffenden Versorgungsgebiet ist. Der für die Stadt Frankfurt a. M. aufgestellte Zyklus weist für 1961 einige Störungen auf, die lt. Auskunft auf die 1961 technisch nur unvollkommen durchzuführende Trennung zwischen der Stromabgabe in den Stadt- und den bei dieser Untersuchung nicht berücksichtigten Landgebieten zurückzuführen sind.

Auf konjunkturelle Einflüsse dürften die Zyklen nicht generell zurückzuführen sein, weil es einfach nicht denkbar ist, daß die konjunkturellen Wechsellagen, abgesehen von den zeitlichen Verschiebungen und Niveauunterschieden, in gleicher Form auftreten und sich vor allem bei den Großstädten in ungewöhnlich solidarischen Zwei-Jahres-Zyklen ausdrücken. Ob es möglich ist, diese Zyklen in die Strombedarfsprognose einzubauen, um den Ablauf des Wirtschaftsgeschehens besser in den Griff zu bekommen, kann heute noch nicht übersehen werden, weil die vorliegenden Zeitreihen noch zu kurz sind. Immerhin sollte aber die weitere Beobachtung der Zyklen fortgesetzt werden.

Als Ergebnis kann aber schon heute festgehalten werden, daß eine je nach den Umständen ein- oder auch mehrjährige Abweichung vom Trend durchaus üblich ist und noch keine Revision der Prognose erforderlich macht. Die Zuwachsraten der einzelnen Jahre dürfen also nicht isoliert betrachtet werden.

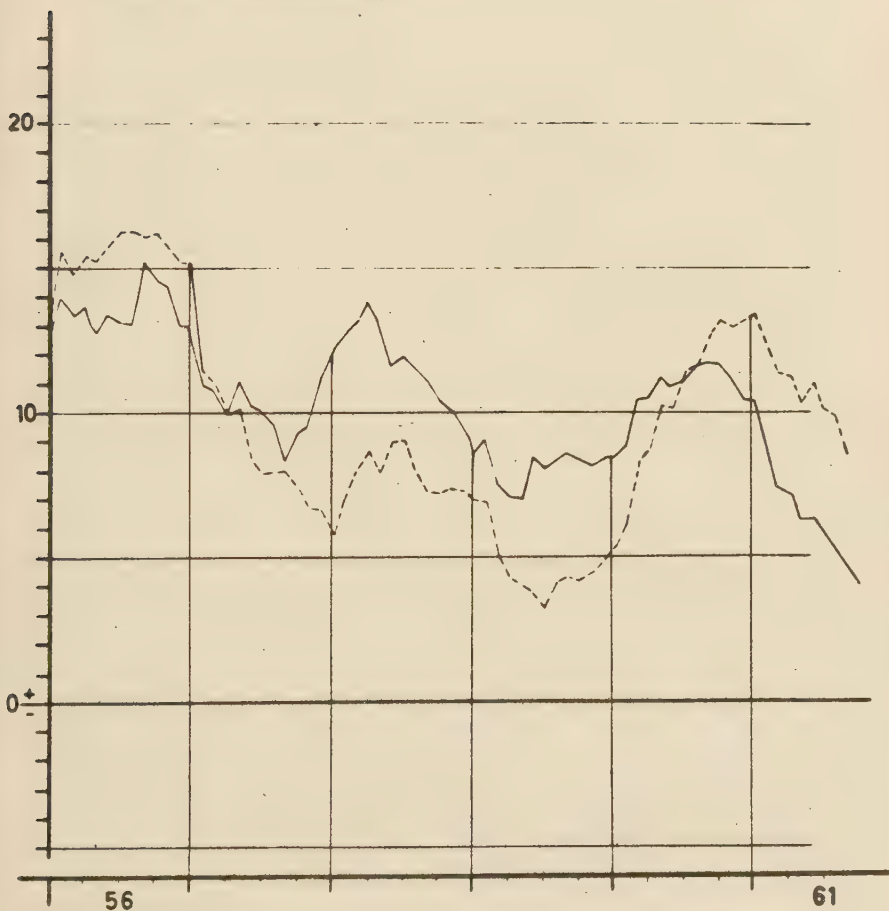
— Berlin-West
- - - Bundesgebiet

Abb. 10



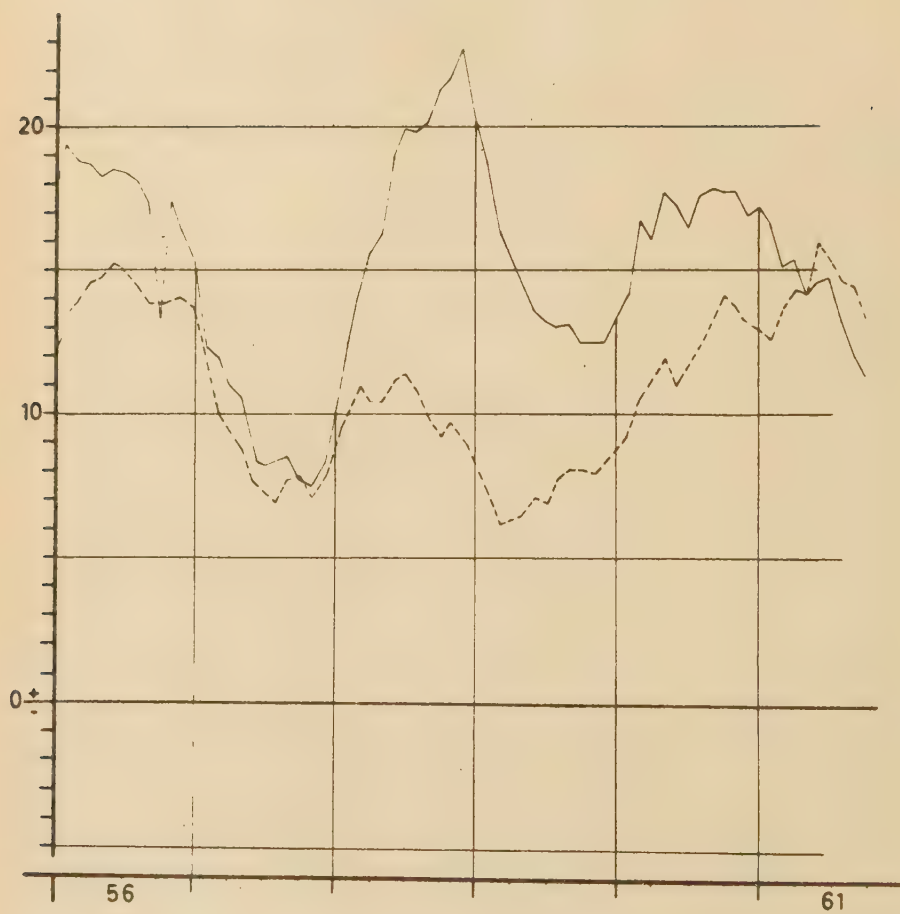
— Hamburg
- - - Düsseldorf

Abb. 10^a



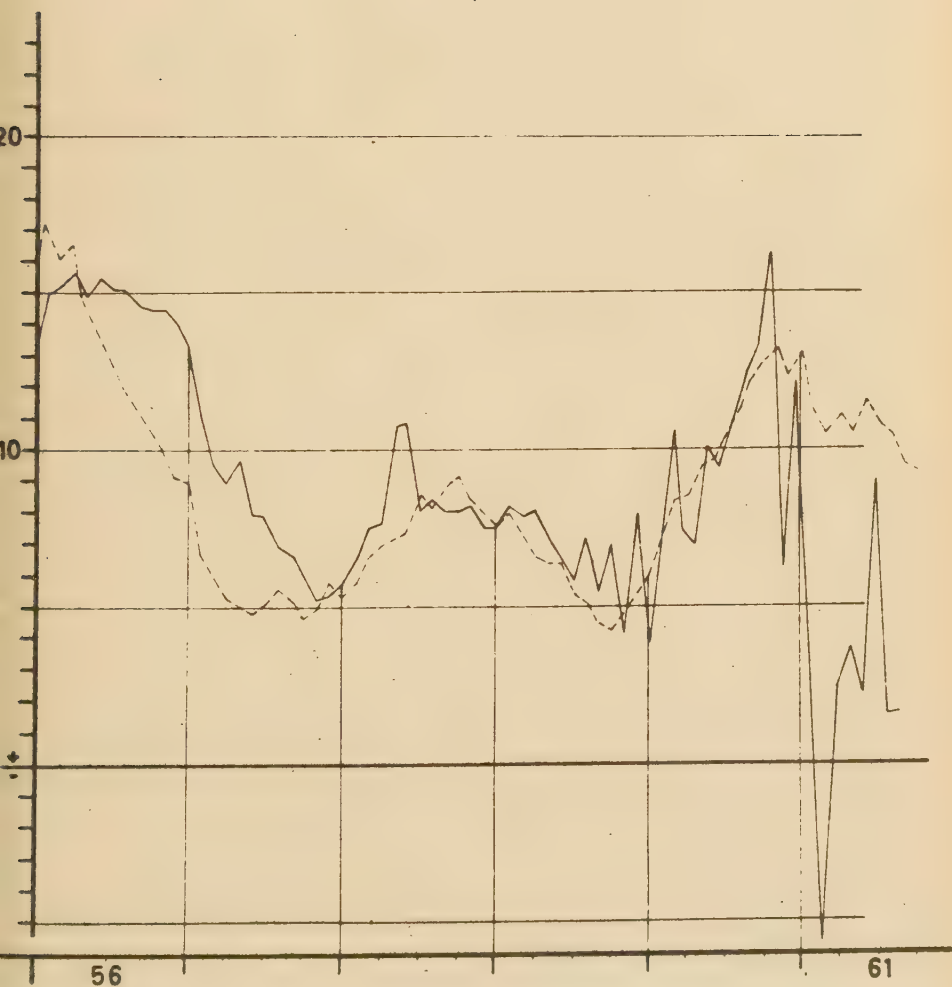
—— Hannover
----- München

Abb. 11



—— Frankfurt a. M.
- - - - Stuttgart

Abb. 11^a



B. Die Extrapolation des Trends unter Annahme eines vorgegebenen biologischen Wachstumsgesetzes

I. Die Wendepunktmethode

In der Elektrizitätswirtschaft wurde die Betrachtungsweise, daß die Bedarfsentwicklung einem vorgegebenen biologischen Wachstumsgesetz (logistische Funktion) folge, erstmalig angewendet in der Prognose von Landesbaurat Dr. A. Menge.

Menge weist in seinen Ausführungen zunächst darauf hin, daß der bisher aufgetretene parabelförmige Verlauf unmöglich für die gesamte Entwicklung der Elektrizitätserzeugung gelten könne, weil dann im Laufe der Zeit Werte erreicht würden, die wegen der begrenzten Aufnahmefähigkeit des Marktes zu groß sind. Eine grundlegende Änderung des Kurvenverlaufs müsse daher über kurz oder lang zwingend eintreten.¹⁾

In der symmetrischen S-Kurve glaubt er jedoch eine vorgegebene Entwicklungsrichtung gefunden zu haben und meint, "daß tatsächlich dem Gesetz der S-Linie die Allgemeingültigkeit nicht abgesprochen werden kann".²⁾ Menge begründet seine Behauptung mit Beispielen über Wachstumsverläufe aus der Biologie (Hefezellen, Essigfliegen), aus der Physik und Chemie, aus Wirtschaftsvorgängen wie der Erdölförderung, des Eisenbahn- und Kraftfahrzeugverkehrs sowie auch mit Beispielen aus der Bevölkerungsentwicklung. Diese Wachstumsverläufe würden sämtlich die symmetrischen S-Linienformen aufweisen, die der Formel genügten

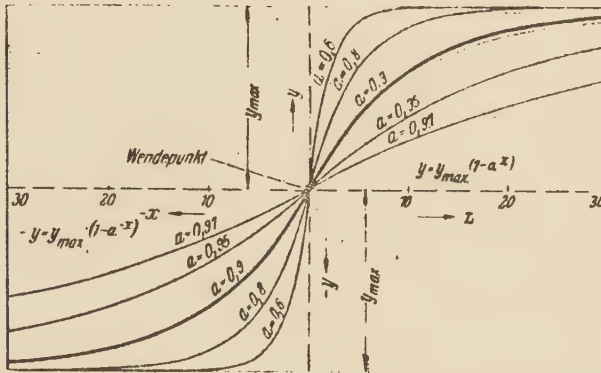
$$y = y_{\max} \cdot 1 (1 - a^x) \quad (\text{je Kurvenast})$$

1) Menge, A., a.a.O., S. 38

Menge spricht von der Erzeugung, nicht vom Bedarf. Die Tendenz der beiden Kurven verläuft jedoch gleichförmig.

2) ders., a.a.O., S. 42

Abbildung 12 zeigt eine Anzahl Linien nach dieser Formel.



Nach Menges Ansicht ist auch die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft den biologischen Grundgesetzen unterworfen.¹⁾ Von dieser Voraussetzung ausgehend, hat Menge unter Berücksichtigung der bisherigen Kurve der Elektrizitätserzeugung den Wendepunkt dieser Kurve zu bestimmen versucht und dann anschließend den entsprechenden Grenzwert errechnet. Bekanntlich hat sich Menge von der Wirtschaftskrise der dreißiger Jahre stark beeinflussen lassen und ist - nur infolge des zu früh gelegten zeitlichen Eintritts des Wendepunktes, wie ein Teil der Kritiker meint - zu einem völlig abwegigen Ergebnis gelangt. Ist es aber überhaupt möglich, den Wendepunkt einer Wachstumsfunktion wenigstens in Zeiten zu bestimmen, die nicht von Krisen beeinflusst sind?

Menge hat seine Methode für eine Prognose der Elektrizitätserzeugung im gesamten Reichsgebiet verwendet. Wenn diese Methode jedoch zutreffend sein soll, dann müßte sie doch mindestens auch für die größeren kommunalen Versorgungsgebiete gelten. Die Beschränkung auf diese Versor-

¹⁾ Menge, A., a.a.O., S. 44

ungsgebiete gewährt dieser Methode sogar den Vorteil eines "Retortenversuches". Gerade bei Großstädten (Berlin, Hamburg, München usw.) sollten doch schon allein wegen der Ballungssättigung und der deshalb zu vermutenden langsameren Bedarfszunahme derartige S-förmige Verläufe festzustellen sein. Aus der Praxis ist bisher noch kein derartiger Fall bekannt geworden. Dennoch schwebt das Bild der S-Kurve anscheinend zahlreichen Praktikern mehr oder weniger bewußt vor, die mit Energieprognosen allgemein oder speziell mit Elektrizitätsprognosen zu tun haben. Vor allem wird das bei einem Teil derjenigen der Fall sein, die - wie Menge schon 1932 - sagen: "In diesem Tempo kann das doch nicht weitergehen." Das Denken auf Grund vorgegebener Gesetzmäßigkeiten scheint in der Elektrizitätswirtschaft verbreiteter als in den anderen Wirtschaftszweigen zu sein. Zum Teil mag dieser Umstand auf das erhebliche Übergewicht des technisch ausgebildeten Personals zurückzuführen sein. Die Gesetzmäßigkeiten auf Grund biologischer Wachstumskurven sind sogar in die technischen Teilbereiche der Elektrizitätswirtschafts eingedrungen.¹⁾

Es wäre natürlich eine große Prognoseerleichterung, wenn unterstellt werden könnte, daß sich die Entwicklung in einer S-förmigen Wachstumskurve vollzieht und daß die Möglichkeit besteht, den Wendepunkt zu bestimmen. Selbst wenn die auf Grund dieser Methode erzielbaren Ergebnisse mit einigen Ungenauigkeiten behaftet wären, so hätte man doch für den Tendenzzeitraum eine ganz erhebliche Prognoseerleichterung gefunden. Ausmaß und Tempo des Elektrizitätsbedarfs hängen jedoch von den Handlungsweisen des Menschen ab. Diese kann aber nicht verglichen werden mit dem Wachstum von Essigfliegen und Hefezellen sowie von anorganischen und anderen Entwicklungsvorgängen. Gerade in der Elektrizitätswirtschaft.

1) Dennhardt, A., Neue Wege im Betriebsfernmeldewesen der Elektrizitätsversorgung, Eltwirtschaft, Bd. 52, 1953, S. 1 f. Dort wird im Hinblick auf die Wachstumskurve die Frage aufgeworfen, ob alle Teile des Gesamtorganismus der Elektrizitätsversorgung, vom biologischen Standpunkt betrachtet, gesund sind.

tätswirtschaft, die doch einen relativ jungen Zweig darstellt, können sich die grundlegenden Voraussetzungen schnell ändern, eine Gefahr, auf die auch Menge hinweist.¹⁾ In den Großstädten ist die schon angeführte Ballungssättigung zwar ein Indiz für eine abnehmende Tendenz der Bedarfszunahme, weil sich mit der Verknappung der Industriefläche schließlich immer weniger Betriebe ansiedeln können. Auch wird sich die Verlangsamung der Bedarfszunahme nicht abrupt, sondern kontinuierlich vollziehen. Letztlich können jedoch in der Intensivierung des Strombedarfs der bestehenden Betriebe und Haushalte sowie in neuen, heute noch unbekannten oder zu teuren Anwendungsgebieten der Elektrizität ganz erhebliche Entwicklungsmöglichkeiten liegen.

Es muß daher als völlig unmöglich erscheinen, aus der bisherigen Entwicklung des Elektrizitätsbedarfs den Wendepunkt der Kurve und daraus den weiteren Verlauf des Elektrizitätsbedarfs einschließlich der Grenzwerte ermitteln zu können.

II. Die Grenzwertmethode

Diese in ihrer Konzeption sehr interessante Methode wurde von H. Steiner entwickelt.²⁾ Der Autor folgt grundsätzlich dem Gedankengang von Menge, indem auch er die S-Kurve seiner Prognose zugrunde legt. Anders als Menge errechnet

1) Menge, A., a.a.O., S. 43

2) Steiner, H., I, a.a.O., S. 283 - 287, 458 - 462
ders., II, a.a.O., S. 585 - 592

Die Grenzwertmethode hat an sich einen analytischen Charakter, weil sie Faktoren untersucht. Diese Untersuchung erfolgt jedoch für die Grenzwerte, aus denen der übrige Verlauf der Entwicklung abgeleitet wird. Genau genommen wird von der bisherigen Kurve auf die Grenzwerte extrapoliert. Auch die enge Verwandtschaft zur Wendepunktmethode ließ es ratsam erscheinen, die Grenzwertmethode an dieser Stelle und nicht unter der indirekten Extrapolation zu behandeln.

Steiner jedoch nicht zuerst den Wendepunkt und dann den oberen Grenzwert, sondern ermittelt zunächst die obere Asymptote, "durch deren Festlegung die Kurve einschließlich des Wendepunktes ebenfalls in allen Teilen bestimmt ist."¹⁾ Auch Steiner geht davon aus, daß der eine strenge Regelmäßigkeit aufweisende Trend, zumal wenn er einer mathematischen Funktion gehorcht, sich nicht von heute auf morgen ändern wird, und deshalb, in die Zukunft verlängert, Voraussagen zulassen kann²⁾. Nach Steiner kann diese Methode für Prognosen über zwei bis drei Jahre nicht angewendet werden, wohl aber für Prognosen für einen Zeitraum von acht bis zehn Jahren.³⁾ Nach seinen eigenen Worten dient die Mittelfrist-Voraussage der Versorgungsplanung "für größere Gebiete und als Grundlage für die wirtschaftlich günstigste Gestaltung von stufenweise durchzuführenden Bauvorhaben einzelner Unternehmen. In diesem Bereich gleichen sich konjunkturelle Störungen erfahrungsgemäß weitgehend aus, so daß langfristig wirksame Gesetzmäßigkeiten zugrunde gelegt werden können. Auch hier sind noch regionale Einflüsse zu erwarten und (mit Vorsicht) voraussehbar."⁴⁾ Für die örtliche Investitionsplanung könnten die Ergebnisse dieser Prognosen allerdings nur als Richtlinien herangezogen werden.⁵⁾ Damit dürften wohl die kleineren kommunalen EVU gemeint sein, weil sich in deren Versorgungsgebieten Strukturänderungen und Konjunkturschwankungen stärker als in den größeren Versorgungsgebieten auswirken.

Demnach wäre diese Methode nach Ansicht Steiners immerhin anwendbar bei der Kraftwerksplanung in ausgesprochenen Großstädten und bei der Planung gemeinsamer Bauvorhaben mehrerer benachbarter Versorgungsgebiete. Diese letztere Art der Planung ist in der kommunalen Praxis in jüngster

1) Steiner, H., II, a.a.O., S. 589

2) ders., II, a.a.O., S. 586

3) ders., I, a.a.O., S. 283 u. 461 f.

4) ders., I, a.a.O., S. 283

5) ders., I, a.a.O., S. 461

Zeit häufiger zu beobachten. Sofern mit dieser Methode wenigstens für den Tendenzzeitraum oder sogar darüber hinaus genügend genaue Ergebnisse erzielt werden könnten, würde sie ohne Zweifel für die Investitionsplanung einen großen Fortschritt darstellen.

Steiner teilt die Strombedarfsträger in acht Wirtschaftsgruppen (Sektoren) ein, deren Stromhöchstbedarf er für ein wahrscheinliches und ein vorstellbares Ergebnis schätzt (Langfristprognose). Für die weiteren Überlegungen ist das wahrscheinliche Ergebnis maßgebend, weil das vorstellbare Ergebnis zu utopisch erscheint. Der Stromhöchstbedarf wird ausgedrückt durch den spezifischen Strombedarf je Einwohner und Jahr. Den Eintritt der Grenzwerte vermutet Steiner um das Jahr 2 000. Zur Veranschaulichung sei folgende Zahlentafel wiedergegeben:¹⁾

Schätzung des Stromhöchstbedarfs (in kWh je Einwohner und Jahr)

	wahr- scheinl.	vorstell- bar
Bergbau	200	500
Metallverhüttung und -veredelung	2 000	8 000
Baustoffindustrie	300	2 000
Handel und Gewerbe	2 000	2 500
Übrige Wirtschaftszweige	6 000	10 000
Transport und Verkehr	500	10 000
Licht, Kochstrom u. Haushaltsgeräte	1 000	2 000
Elektrowärme und -kälte	3 000	10 000
	15 000	45 000

Zahlentafel 1

¹⁾ Steiner, H., I, a.a.O., S. 285
ders., II, a.a.O., S. 589

Zum Vergleich: Im Jahre 1960 betrug in der Bundesrepublik Deutschland (ohne Berlin) der Stromverbrauch je Einwohner bei einem Verbrauch von 107 373 Mill. kWh und einer Bevölkerungszahl von 53 231 000 rd. 2 000 kWh (1954 : 1 200; ohne Saargebiet und Berlin).¹⁾

Der Autor hat sich erheblich an die Verhältnisse in den USA angelehnt, weil dort auf Grund des fortgeschrittenen Standes der Technik und der größeren Menschenzahl die besten Voraussetzungen für die Ermittlung von Grenzwerten vorhanden sind. Die deutschen Ergebnisse wurden unter anderem auch mit Hilfe des Analogieschlusses geschätzt. Die für die Bestimmung des absoluten Strombedarfs (Produkt aus Bevölkerung und spezifischem Verbrauch) erforderliche Schätzung der Bevölkerung ist nach Steiner für das Jahr 2 000 nicht weiter problematisch, weil die entsprechenden Zahlen bevölkerungsprognostischen Veröffentlichungen entnommen werden können. Anders sei es bei kleineren Gebieten, vor allem bei Großstädten, weil dort die örtlichen Bedingungen (zum Beispiel Zuwanderung), die Auswirkungen biologischer Gesetze weitaus übersteigen können. In solchen Fällen seien besondere Untersuchungen erforderlich.²⁾

Aus seiner langfristigen Prognose leitet Steiner die Mittelfristprognose ab. Die Ergebnisse der Mittelfristprognose decken sich etwa mit den entsprechenden Ergebnissen des Kurvenverlaufes der bis zum Jahre 2 000 aufgestellten Langfristvoraussage.³⁾ Steiner leitet die weitere Gültigkeit der Faustregel (Verdoppelung des Strombedarfs in 10 Jahren) für die Mittelfristprognose aus den Ergebnissen seiner Langfristprognose ab.⁴⁾

1) Quelle: Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland, Wiesbaden 1962, S. 34 u. 254.
Da der Eigenverbrauch der Stromerzeugungsanlagen der Industrie nicht gesondert erfaßt wird, können genaue Zahlen nicht ermittelt werden.

2) Steiner, H., I, S. 285

3) ders., I, a.a.O., S. 461

4) ders., I, a.a.O., S. 460
ders., II, a.a.O., S. 589

Gegen diese Methode sind zunächst die gleichen Argumente wie gegen die Wendepunktmethode anzuführen. Speziell muß jedoch gesagt werden, daß die Berechnung von Grenzwerten, die im Jahre 2 000 bei den einzelnen Wirtschaftsgruppen auftreten sollen, wenig sinnvoll erscheint, weil die Entwicklung des Strombedarfs und der Bevölkerung - letztere besonders bei kommunalen Versorgungsgebieten, mögen diese groß oder klein sein, das macht in diesem Fall keinen wesentlichen Unterschied - bis zum Jahre 2 000 ja nun bestimmt nicht zu überblicken sind. Wenn für den Strombedarf der nächsten 8 bis 10 Jahre schon eine ungewöhnlich mehrwertige Zukunftsvorstellung besteht, dann kann man die Entwicklung für diesen Zeitraum nicht durch die Schätzung von Grenzwerten für einen noch viel weniger zu überblickenden Zeitraum zu determinieren versuchen. Es ist nicht zu erwarten, daß die Erfinder bis zum Jahre 2 000 müde geworden sind. Beispielsweise war die Atomindustrie in den USA schon 1955 der größte Stromabnehmer.¹⁾ Wer hätte diesen Faktor 12 Jahre früher, als die Atomindustrie aufgebaut wurde, bei einer langfristigen Strombedarfsprognose berücksichtigt? Könnte der Strom zum Beispiel für die Raumheizung zu einem ansprechenden Tarif angeboten werden - es gibt kommunale EVU, die dies heute schon für 4,0 bis 5 je kWh tun - und könnte der Strom in gewissem Umfange gespeichert werden (Kraftfahrzeugantrieb), dann wäre die Entwicklung nicht abzusehen.

Die Ergebnisse, die mit der Grenzwertmethode erzielt werden, müssen daher als Grundlage für die Kraftwerksplanung und auch für die Ertragsvorschau als zu ungenau bezeichnet werden.

¹⁾ Edison Electric Institute, Langfristige Vorhersage der Spitzenbelastung, Übersetzung der unveröffentlichten Untersuchung freundlicherweise von der BEWAG (West-Berlin) zur Verfügung gestellt.

C. Ergebnis

Die zuerst besprochenen Methoden der Trendextrapolation, die eine autonome Eigengesetzlichkeit des Trends voraussetzen, sind die geeigneten Methoden für die direkte Extrapolation. Sie sind in ihrer Durchführung sehr einfach und beruhen beide auf der Annahme, daß sich die Entwicklung im großen und ganzen in der bisherigen Richtung fortsetzen wird. Beide Methoden können sowohl bei der Global- als auch bei der Sektorenprognose eingesetzt werden. Die Trendextrapolation der relativen Zuwachsraten ist etwas arbeitsaufwendiger als die Extrapolation des absoluten Elektrizitätsbedarfs, dafür treten bei ihr aber eventuelle Änderungen klarer hervor und geben somit vielleicht Anlaß zu intensiveren Untersuchungen im Rahmen der dafür geeigneteren Methode der indirekten Extrapolation.

Sowohl die Wendepunktmethode als auch die Grenzwertmethode müssen für die Schätzung des Elektrizitätsbedarfs abgelehnt werden. Die Entwicklung des Elektrizitätsbedarfs kann nicht als ein vorgegebener biologischer Wachstumsprozeß angesehen werden. Schließlich sind es die Menschen, von denen die Entwicklung bestimmt wird. Außerdem führen diese Methoden unter Umständen sogar von der bisherigen Entwicklung fort.

Es sei noch einmal ausdrücklich wiederholt, daß die Anwendungsmöglichkeiten für die Methode der direkten Extrapolation sehr gering sind. Ihre Anwendung ist nur möglich, sofern die erforderlichen Voraussetzungen vorliegen. Die Verbesserungsmöglichkeiten für die Genauigkeit der Elektrizitätsbedarfsprognose liegen bei der indirekten Anwendung der Methode der Extrapolation.

Kapitel IV

Probleme der Prognose bei indirekter Extrapolation

§ 1 Die den Strombedarf beeinflussenden Faktoren

A. Die Generalfaktoren

Während man bei der direkten Extrapolation auf eine Untersuchung der variablen Faktoren, die auf den Strombedarf einwirken, verzichtet, steht die Untersuchung dieser Faktoren bei der indirekten Extrapolation im Mittelpunkt der Prognose. Diese sehr zahlreichen Faktoren treten durch zwei Generalfaktoren in Erscheinung. Es erscheint daher zweckmäßig, diese Einteilung vorwegzunehmen. Die Generalfaktoren sind:

I. Die Höhe der Produktion

II. Der Strombedarf je Produktionseinheit

I. Die Höhe der Produktion

Der Begriff der Produktion ist im Sinne dieser Arbeit weit gefaßt. Hierunter werden sämtliche Tätigkeiten verstanden, bei denen elektrische Energie verbraucht wird. Eine Produktion liegt daher nicht nur bei der Herstellung von Gütern und Erzeugnissen in der Industrie, im Gewerbe und in der Landwirtschaft vor, sondern auch bei den Beförderungsleistungen des Verkehrsgewerbes, bei den Leistungen der Dienstleistungsbetriebe, bei den stromverbrauchenden Arbeiten im Haushalt usw.

Eine höhere Produktion kann sowohl durch den Zugang neuer Abnehmer als auch durch eine Produktionssteigerung bei den bereits vorhandenen Abnehmern entstehen. Diese Unterscheidung kann für die Genauigkeit der Schätzung von Bedeutung sein, weil die Entwicklung des Strombedarfs unterschiedlich zu beurteilen ist, je nachdem, ob noch wie bisher mit einem weiteren Zugang neuer Abnehmer oder im wesentlichen nur noch mit einer Intensivierung des Strombedarfs bei den

bisherigen Abnehmern zu rechnen ist. Besonders für Großstädte, die sich einer Ballungssättigung gegenübersehen, dürfte diese Unterscheidung bei der ständig geringer werdenden noch unbebauten Industrie- und Siedlungsfläche wichtig sein.

II. Der Strombedarf je Produktionseinheit

Im Bedarf je Produktionseinheit (spezifischer Strombedarf) wirken sich zwei gegensätzliche Faktorengruppen aus. Das sind auf der einen Seite den spezifischen Strombedarf fördernde Faktoren, die auf die steigende Mechanisierung und die Substitution anderer Energieträger durch die Elektrizität zurückzuführen sind. Auf der anderen Seite gibt es aber auch Faktoren, die den Elektrizitätsbedarf auf Grund des allgemeinen energietechnischen Fortschrittes vermindern (Aggregate mit niedrigem Strombedarf).

Der Strombedarf je Produktionseinheit ist in den letzten Jahren im Rahmen der Untersuchungen des spezifischen Energiebedarfs der Industrie Gegenstand intensiver Untersuchungen gewesen¹⁾. Wie wichtig die Kenntnis des spezifischen

¹⁾ u.a. Kregel, Rolf, und Koch, Käthe, Die Entwicklung des Energieverbrauchs der westdeutschen Industrie von 1950 bis 1955 und seine Rationalisierung, in: Vierteljahreshefte für Wirtschaftsforschung, Jhg. 1956, S. 231 bis 245

Koch, Käthe, Die Entwicklung des Energieverbrauchs der Investitions- und Verbrauchsgüterindustrien in der Bundesrepublik 1950 - 1956, in: Vierteljahreshefte für Wirtschaftsforschung, Jhg. 1957, S. 291 bis 307

dieselbe, Struktur und Rationalisierung des Energieverbrauchs der verarbeitenden Industrie des Bundesgebietes bis 1958, in: Vierteljahreshefte für Wirtschaftsforschung, S. 192 - 209

Rheinisch-westfälisches Institut für Konjunkturforschung, Die Lage der Energiewirtschaft, in: Konjunkturberichte, N.F. 9, S. 46 bis 56

Schreiber, Bernd, Mehr Produktion mit weniger Energie, in: Wirtschaftskonjunktur, Berichte des Ifo-Instituts für Wirtschaftsforschung, München, Jhg. 1960, Heft 1, S. 41 bis 49

Strombedarfs für die Prognose ist, zeigt Zahlentafel 2 mit der Entwicklung des Strombedarfs je Tonne verwertbarer Förderung im Stein- und Braunkohlenbergbau (I) sowie je Tonne Rohöldurchsatz in der Mineralölindustrie (II)¹⁾.

	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960
I kWh/t	33,9	36,3	38,3	40,2	40,9	43,4	44,6	47,9	49,8	
II kWh/t	182	186	200	164	151	154	157	133	105	

Zahlentafel 2

Die bei den beiden Erzeugnissen gegensätzlich verlaufenden Änderungen des spezifischen Strombedarfs betragen bei der Kohle von 1952 bis 1960 und beim Mineralöl von 1953 bis 1959 jeweils etwa 50 %. Die Zahlen veranschaulichen die Bedeutung dieses Generalfaktors. Beim Haushalt ist es nicht möglich, die Entwicklung des spezifischen Stromverbrauchs derart klar herauszustellen, weil es an einer entsprechenden Bezugsgröße fehlt.

B. Einzelfaktoren bei verschiedenen Verbrauchergruppen

Vorbemerkungen

Im folgenden Abschnitt sollen Einzelfaktoren bei verschiedenen Verbrauchergruppen zusammengestellt werden, die auf den Strombedarf dieser Gruppen einen Einfluß ausüben. Die Aufzählung kann jedoch nicht erschöpfend sein. Die einzelnen Faktoren können sich auf beide Generalfaktoren auswirken. Untereinander stehen diese Faktoren vielfach in einer gewissen Interdependenz und leiten sich zum Teil auch voneinander ab. Aus diesem Grund ist eine Systematisierung der Faktoren nach übergeordneten Gesichtspunkten nicht möglich. Mit der Aufführung der zahlreichen Einzelfaktoren soll ge-

1) Fischer, Klaus-Dieter, Die voraussichtliche Entwicklung des Elektrizitätsbedarfs in der Bundesrepublik Deutschland bis 1975, in: Eltwirtschaft, 61. Jhg. 1962, S. 356

zeigt werden, wie komplex das Problem der Strombedarfsprognose ist, und welche Schwierigkeiten gerade bei der indirekten Anwendung der Extrapolation allein schon bei der Faktorbestimmung, geschweige denn bei der Faktorprognose auftreten. Schließlich stellen Vielzahl und Interdependenz der Faktoren von vornherein schon gewisse Anforderungen an die innerhalb der indirekten Extrapolation möglichen Methoden und zeigen auch deren Grenzen auf.

Die Faktoren haben ein sehr unterschiedliches Gewicht. Zu beachten ist, daß der einzelne Faktor bei jedem Industriezweig, ja sogar bei jedem einzelnen Unternehmen, Haushalt usw. eine unterschiedliche Bedeutung haben kann.

Im folgenden werden Einzelfaktoren bei vier ausgewählten Verbrauchergruppen aufgezählt.

I. Industrie und Gewerbe

Arbeitsmarktreserven
Arbeitszeit
Arbeitsproduktivität
Noch nicht bebautes Industriegelände
Kapitalmarkt (Liquidität, Zinsen)
Lohnniveau
Preise für Elektrizität
Preise für Konkurrenzenergien (Erdgas, Heizöl auf einigen Teilmärkten)
Herstellungsverfahren
Veränderungen zwischen dem Bezug von Rohstoffen und Halbfabrikaten
Mechanisierungsgrad
Änderungen des Produktionsprogrammes
Substitution anderer Energiearten
Substitution nicht elektrischer Produktionsverfahren
Technischer Fortschritt der Energieanwendung
Substitution der elektrischen Energie
Substitution elektrischer Produktionsverfahren
Durchschnittliche Jahrestemperatur
Beschäftigung

Industrie und Gewerbe sind wie kein anderer Sektor von diesem Faktor abhängig. Gewisse Ausstrahlungen gehen von hier auch auf die anderen Sektoren aus. Für die künftige

Beschäftigung müssen Hypothesen aufgestellt werden, wobei wieder in erster Linie vom Grundsatz der Sicherheit der Versorgung auszugehen ist. Aus diesem Grunde muß in Versorgungsgebieten bzw. industriellen Sektoren, in denen Vollbeschäftigung vorliegt, auch weiterhin Vollbeschäftigung unterstellt werden. Selbst wenn Anzeichen für eine abnehmende Beschäftigung vorhanden sein sollten, ist es nach Ansicht des Verfassers im Regelfall zu riskant, dieses Moment in die Prognose einzubauen, weil die konjunkturelle Erholung schnell und überraschend einsetzen kann. Eine Berücksichtigung ist nur möglich, wenn in dem betreffenden Versorgungsgebiet nur wenige Wirtschaftszweige ansässig sind, die insgesamt einer langfristigen Depression unterliegen, so daß die Arbeitskräfte nicht ausweichen können. Auch bei zunehmender Beschäftigung ist eine optimistische Betrachtungsweise für die Schätzung des Zeitpunktes, in dem die Vollbeschäftigung wieder erreicht sein wird, geboten; eine zu große Zurückhaltung ist nicht angebracht.

II. Haushalt

Anzahl der Haushalte

Anzahl der Wohnungen

Anzahl der Räume je Wohnung

Familiengröße

Verfügbares Einkommen

Preise für Elektrizität

Preise für Konkurrenzenergien (Stadt- und Propangas, Heizöl) auf einigen Teilmärkten

Werbung

Gerätepreise

Teilzahlungsbedingungen

Elektrifizierungsgrad

Benutzungsdauer der Geräte

Gerätekombination

Haushaltshilfen

Berufstätigkeit der Hausfrau

Lebensgewohnheiten

Reihenfolge der größeren Anschaffungen im Haushalt

Durchschnittliche Jahrestemperatur (Heizbedarf)

III. Landwirtschaft

Höhe der Ernten bzw. der übrigen Erzeugung
Verfügbares Einkommen
Staatliche Förderung
Preise für Elektrizität
Preise für Konkurrenzenergien (Heizöl bzw. Flüssiggas)
auf einigen Teilmärkten
Gerätepreise
Werbung
Teilzahlungsfinanzierung
Reihenfolge der größeren Anschaffungen
Arbeitskräftemangel
Art der Produktion (Vieh oder Getreide)
Elektrifizierungsgrad
Benutzungsdauer der Geräte
Durchschnittliche Jahrestemperatur

IV. Verkehr

Anzahl der gefahrenen Kilometer
Fahrzeugart
Alter der Fahrzeuge
Fahrweise der Fahrzeuge
Dichte des Verkehrs

C. Kann das EVU einzelne Faktoren wesentlich beeinflussen?

Im folgenden soll untersucht werden, ob die kommunalen EVU über die Beeinflussung der Faktoren den Strombedarf auf Grund eigener Maßnahmen innerhalb des Prognosezeitraumes merklich erhöhen können, und ob eine Quantifizierung des Erfolges der eigenen Maßnahmen durchgeführt werden kann. Falls eine Beeinflussung möglich sein sollte, würde sich der Strombedarf unterschiedlich entwickeln, je nachdem, ob und in welchem Umfang auf diese Maßnahmen zurückgegriffen wird. Bei der indirekten Extrapolation müßte dann zwangsläufig zwischen beeinflussten und unbeeinflussten Verläufen unterschieden werden. In dem zuerst genannten Fall wäre

also der Erfolg der eigenen Maßnahmen zu prognostizieren. Das absatzpolitische Instrumentarium erstreckt sich auf drei Maßnahmen:

- I. Die Preispolitik
- II. Die Politik der Baukostenzuschüsse
- III. Die Werbung

I. Die Preispolitik

Bei allen Unternehmungen, die auf ihrem Absatzmarkt ein Monopol oder eine monopolähnliche Stellung einnehmen, gehört die Preispolitik zu den wichtigsten Maßnahmen, mit denen eine Einwirkung auf die Höhe der Absatzmenge möglich ist.¹⁾ Eine Preispolitik kann aber nur dann den Strombedarf steigern, wenn die Preis-Absatzfunktion bei fallenden Preisen zu höheren Stromverbräuchen führt. Die Preis-Absatzfunktion muß also in bezug auf den Preis elastisch sein.

Die EVU nehmen bezüglich der künftigen Wirksamkeit einer absatzfördernden Preispolitik eine Sonderstellung ein. Betrachten wir zunächst die Möglichkeiten der Preispolitik bei den Verbrauchergruppen Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft. Bei diesen Abnehmern ist die Elektrizität ein Kostenfaktor zur Herstellung von Gütern und Erzeugnissen,

¹⁾ Es gibt in den Wirtschaftswissenschaften keine exakte Definition für die Marktstellung der Elektrizitätswerke. Die EVU sind zwar in ihrem Versorgungsgebiet allein berechtigt, elektrische Energie zu verkaufen, sie müssen aber auf Grund des Energiewirtschaftsrechts jedermann zu den gleichen Bedingungen und Preisen versorgen (vgl. insbesondere § 6 EnergG). Eine monopolistische Preisdifferenzierung ist nicht möglich. Außerdem ist eine gewisse Konkurrenz anderer Energieträger auf einigen Teilmärkten nicht abzustreiten. Schließlich muß auch auf die Preisgestaltung benachbarter EVU Rücksicht genommen werden, weil die Abnehmer bei höheren Preisen des eigenen EVU über die Gemeindevertretung einen Druck ausüben werden.

die den Nachfragern abgeboten werden sollen. Ein Mehrverbrauch an elektrischer Energie würde bei diesen Abnehmern nur auftreten, wenn auf Grund niedrigerer Strompreise mehr Güter und Erzeugnisse abgesetzt werden können, oder wenn die Möglichkeit besteht, andere Kostenarten durch die Elektrizität zu substituieren. Niedrigere Strompreise führen bei den Gütern und Erzeugnissen aber nur zu einem Mehrabsatz, wenn der Anteil der Stromkosten an den gesamten Herstellungskosten so hoch ist, daß sich eine Strompreissenkung in einem spürbar niedrigeren Absatzpreis ausdrückt und wenn darüber hinaus das Produkt auf dem Absatzmarkt selbst eine entsprechende Preiselastizität aufweist. Es ist nicht anzunehmen, daß beide Voraussetzungen gegeben sind, zumal die EVU heute keine umfangreichen Preisreserven mehr aufweisen dürften. Die Substitution anderer Kostenarten durch die Elektrizität muß heute als ein Teil der laufenden Entwicklung angesehen werden, weil die Strompreise im Vergleich zu den Preisen anderer Einsatzfaktoren sehr günstig liegen, so daß eventuell noch mögliche geringfügige Preisensenkungen die Entwicklung kaum beschleunigen werden.¹⁾

Gegen die industrielle Eigenerzeugung von Elektrizität können sich die kommunalen EVU auf Grund einer entsprechenden Preispolitik kaum durchsetzen. Wo eine Eigenerzeugung besteht, lohnt sie sich im Regelfall auch. Da in letzter Zeit zahlreiche kleine Turbinen entwickelt worden sind, werden sogar viele Betriebe versucht sein, diese mindestens zum Abfahren der Verbrauchsspitzen einzusetzen.

1) Bezogen auf das Basisjahr 1958 erhöhte sich der Index der Strompreise für die Sonderabnehmer von 1950 bis 1961 von 62,7 auf 98,3 %. Im gleichen Zeitraum stiegen die Indices für die Erzeugnisse des Kohlenbergbaues von 52,5 % auf 99,6 %, für Eisen und Stahl von 51 % auf 99,1 %, für Gas von 69,7 % auf 102,3 %.
Quelle: Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland, 1962, S. 478 u. 480

Im Haushalt - und zum Teil auch in der Landwirtschaft - dürfte ein höherer Stromabsatz weniger von den Strompreisen abhängen, die heute bei den vollelektrifizierten Haushaltungen schon sehr niedrig sind, als im Hinblick auf die hohen Preise der Elektrogeräte mehr eine Frage der Kreuzpreiselastizitäten sein. Auf keinen Fall ist eine sprunghafte Änderung der Geräteausstattung als Folge einer weiteren Strompreisänderung zu erwarten. Für die Beurteilung des künftigen Haushaltsstrombedarfs wäre es von großem Nutzen, in diesem Zusammenhang die Rangfolge der größeren Möbel- und Haushaltsgeräteanschaffungen bei verschiedenen verfügbaren Einkommen zu untersuchen. Eine Absatzförderung durch niedrigere Strompreise dürfte - wenigstens innerhalb des Prognosezeitraumes - keine Aussichten auf einen spürbaren Erfolg haben. Darüber hinaus ist eine Quantifizierung des sich aus dieser Maßnahme ergebenden Mehrabsatzes nur in Form einer äußerst groben Schätzung möglich. In diesem Zusammenhang kann der Meinung Strahringers zugestimmt werden, daß der Stromabsatz im Haushaltsbereich eine Funktion von sehr vielen Einflußgrößen ist, von denen der Strompreis nicht einmal die wichtigste ist.¹⁾

Wie gering die Aussichten für eine weitere Strompreissenkung sind, geht aus Abbildung 14 hervor, in der die Entwicklung der Strompreise der Entwicklung der wichtigsten Kostenarten gegenübergestellt worden ist.²⁾ Das aufgezeigte Bild ist für die Situation auch bei anderen EVU typisch. Nach Ansicht des Verfassers kann die Preispolitik nur auf dem Gebiet des Nachtstrombedarfs der Haushaltungen noch zu einer beachtlichen Ausweitung des Strombedarfs führen. Der höhere Nachtstrombedarf ist für die Kraftwerks-

1) Strahringer, Wilhelm, I, Beeinflussen die Stromtarife den Haushaltsstromverbrauch? Frankfurt 1962, S. 40

2) Freundlicherweise zur Verfügung gestellt vom Elektrizitätswerk Minden-Ravensberg, Herford.

planung jedoch nicht weiter bedeutend, weil er in die Schwachlastzeiten fällt und sich daher nicht auf die Engpaßleistungen auswirkt. Auch für die Schätzung der Erträge kann dieses Problem im Regelfall keine unangenehmen Überraschungen auslösen, weil den zusätzlichen Kosten (Kohlekosten) sofort höhere Erträge gegenüberstehen. Abbildung 13 zeigt die Entwicklung der Anschlußleistung für Nachtspeicheröfen im Versorgungsgebiet des EW Minden-Ravensberg, das im Bundesgebiet als einziges EVU seit 1959 den niedrigsten Nachtstromtarif von 4 Pf je kWh aufweist.

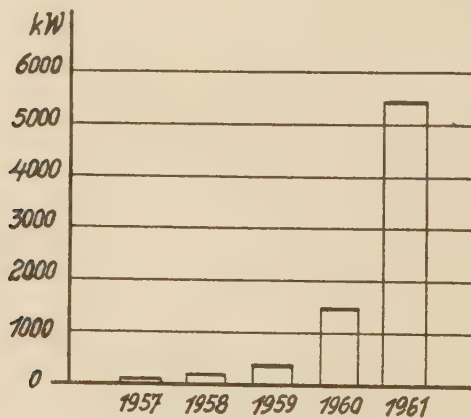
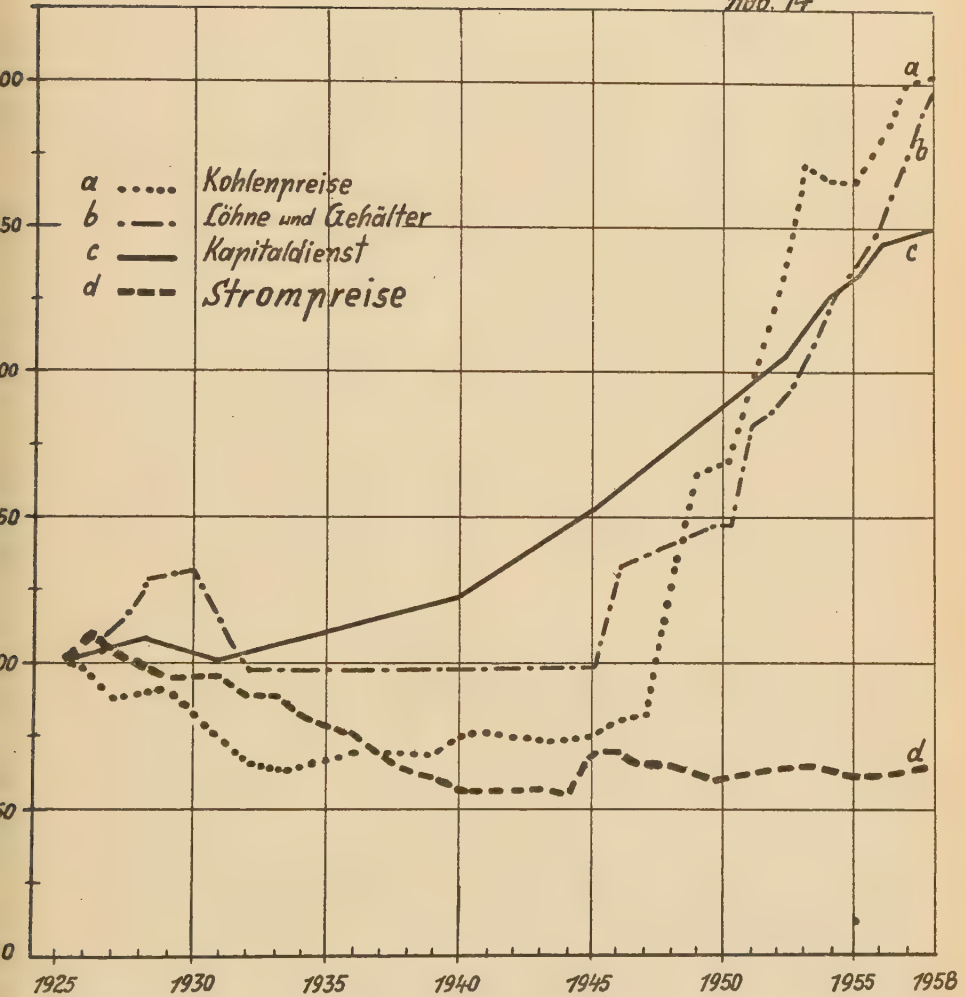


Abbildung 13

Abb. 14



Kosten- und Strompreisentwicklung 1925-1958
bei EW Minden-Ravensberg S.m.b.H.

Schließlich muß noch auf folgenden wichtigen Umstand aufmerksam gemacht werden:

Sollte es wirklich möglich sein, durch eine Herabsetzung der Strompreise den Strombedarf in einem beachtlichen Maße zu erhöhen, obwohl auf dem Beschaffungsmarkt die Preise der beweglichen Einsatzfaktoren (Kohle, Öl usw.) unverändert geblieben sind, dann war die bisherige Preispolitik falsch bzw. noch ganz erheblicher Verbesserungsbedürftig. Es kann nach der Ansicht des Verfassers jedoch im Regelfall nicht davon ausgegangen werden, daß die bisherige Preispolitik so falsch gewesen ist, daß noch ein beachtlicher Aktionsspielraum für eine den Absatz fördernde Preispolitik zur Verfügung steht. Im Gegensatz zu den übrigen Wirtschaftszweigen befindet sich die Preispolitik der EVU bei gegebenen Preisen der Einsatzfaktoren schon allein auf Grund der Homogenität der Kilowattstunden und der Vergleichbarkeit der Preispolitik der verschiedenen EVU sehr schnell in einem gewissen Endzustand.

II. Die Politik der Baukostenzuschüsse

Mit der Politik der Baukostenzuschüsse konnte der Strombedarf der Haushaltungen ohne Zweifel eine Zeitlang erheblich beeinflußt werden.

Das EVU ist auf Grund der AVB-Elt berechtigt, von den Haushaltsstromabnehmern einen Baukostenzuschuß für die Herstellung des Hausanschlusses und die Verlegung des Leitungsnetzes zu verlangen.¹⁾

Einige EVU, die keine Gasversorgung betreiben, haben auf die Erhebung von Baukostenzuschüssen, die im allgemeinen zwischen 450,-- bis 700,-- DM liegen, ganz oder zu einem erheblichen Teil verzichtet, wenn die Haushaltungen zur

¹⁾ AVB-Elt, die amtliche Abkürzung für "Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit elektrischer Arbeit aus dem Niederspannungsnetz des Elektrizitätsversorgungsunternehmens vom 27. Januar 1942".

alleinigen Versorgung mit Strom (einschienige Versorgung) bereit waren. Es liegt auf der Hand, daß viele Bauherren - vor allem Siedlungsgesellschaften - von dieser Möglichkeit in einem erheblichen Umfange Gebrauch machten. Die Politik der Baukostenzuschüsse ist oft mißbräuchlich betrieben worden, so daß es in dieser Frage zu einer Intervention des Bundesministers für Wirtschaft gekommen ist.¹⁾ Zur Zeit ist eine die Gaswirtschaft diskriminierende Baukostenzuschußpolitik nicht mehr möglich. Es muß unterstellt werden, daß alle auf diesem Gebiete vorhandenen Möglichkeiten in der Vergangenheit schon ausgeschöpft worden sind, so daß in der Zukunft eine Verstärkung dieser Maßnahmen nicht mehr möglich ist.

III. Die Werbung

Die Werbung soll den Absatz der stromverbrauchenden Geräte, vor allem im Haushalt und in der Landwirtschaft, fördern. Die kommunalen EVU befinden sich bei der Werbung in keiner günstigen Position, weil sie den Geräteverkauf, von seltenen Ausnahmen abgesehen, nicht selbst durchführen, sondern dieses Geschäft den ortsansässigen Installateuren und Händlern überlassen müssen. Die EVU führen lediglich die Werbung bzw. Beratung durch. Für eine zügige Absatzpolitik ist dieser Zustand sehr nachteilig.

Ohne Zweifel dürfte die Werbung eine der wichtigsten Maßnahmen sein, den Stromabsatz zu fördern. Aber auch hier muß wieder gesagt werden, daß die Werbung in der Vergangenheit schon mit einer so erheblichen Intensität durchgeführt worden ist, daß keine Möglichkeit bestehen kann, den Strombedarf innerhalb eines Prognosezeitraumes durch eine weitere Verstärkung der Werbung noch mehr zu erhöhen,

¹⁾ Schreiben des BWM vom 27. 9. 1960 an die Wirtschaftsminister der Länder und an das Bundeskartellamt, Gesch.Nr. III B 1/45 246/60

als es bisher möglich gewesen ist. Es dürfte auch nur möglich sein, den Erfolg dieser Maßnahmen innerhalb eines sehr breiten Schwankungsbereiches zu quantifizieren, zumal sich die Nutzungsdauer eines Elektrogerätes über mehrere Jahre erstreckt und der Stromverbrauch der in früheren Jahren auf Grund von Werbungsmaßnahmen gekauften Geräte bei der Quantifizierung ebenfalls zu berücksichtigen wäre.

Weiterhin ist zu beachten, daß der größte Teil der Werbung von den Geräteherstellern durchgeführt wird. Diese Unternehmungen tragen damit zwar einerseits zu einer Erhöhung des Stromabsatzes bei, andererseits nehmen sie aber auf eine günstige Auslastung der Kraftwerkskapazitäten und des Leitungsnetzes wenig Rücksicht und zwingen die EVU so zu teureren Investitionen. Für die Prognose kann und muß unterstellt werden, daß die Werbung der Fremdfirmen auch in der Zukunft mit der gleichen Intensität betrieben wird.

IV. Ergebnis

Man kann davon ausgehen, daß das absatzpolitische Instrumentarium bei der bisherigen Entwicklung des Strombedarfs zu einem gewissen Teil beigetragen hat. Eine umfassende Kontrolle bzw. Quantifizierung des Erfolges dieser Maßnahmen ist in der Vergangenheit nirgendwo durchgeführt worden.

Für die künftige Strombedarfsprognose war jedoch zu untersuchen, ob die Genauigkeit des Prognoseergebnisses die Arbeit einer Quantifizierung des Erfolges der absatzpolitischen Maßnahmen nicht doch erforderlich macht. Nach Ansicht des Verfassers kann von dieser sehr umfangreichen und sehr schwierigen Arbeit abgesehen werden.

Es wurde im einzelnen ausgeführt, daß das absatzpolitische Instrumentarium bereits in der Vergangenheit ein sehr

hohes Niveau erreicht hat. Für die Zukunft ist zu unterstellen, daß die einzelnen Maßnahmen nicht wesentlich intensiviert werden können und in der absehbaren Zeit etwa in gleichem Umfange eingesetzt werden wie schon bisher. Aber selbst wenn der Erfolg der absatzpolitischen Maßnahmen über den bisherigen Umfang hinaus noch etwas gesteigert werden könnte, wäre dieser Erfolg nicht erheblich genug, um den Strombedarf innerhalb des Prognosezeitraumes von fünf bis sechs Jahren wesentlich zu erhöhen. Für die Preispolitik bedeutet diese Annahme, daß auf der Preisabsatzkurve für die Dauer der Prognose ein Punkt angenommen wird.

Das absatzpolitische Instrumentarium hat nicht nur die quantitative Aufgabe der Erhöhung des Absatzes, sondern auch eine qualitative Aufgabe, die in der Erzielung einer möglichst günstigen Auslastung der Kraftwerkskapazität und des Leitungszetzes liegt. Das zu erreichen ist die wesentliche Funktion der Preispolitik und teilweise auch der Werbung.

D. Die Berücksichtigung der Konkurrenzenergien

Eine nennenswerte Konkurrenz hat die Elektrizität durch Heizöl, Erdgas, Ofengas und Fernwärme (Dampf oder Wasser) nur auf dem Wärmemarkt. Ist in Versorgungsgebieten eine wärmeintensive Industrie, wie zum Beispiel die Porzellanindustrie, ansässig, kann ein Ausfall des bei diesem Unternehmen bisher angefallenen Strombedarfs für Elektrowärme natürlich zu ganz erheblichen Absatzeinbußen führen. Dennoch darf das EVU wegen der Versorgungspflicht nicht davon ausgehen, daß das betreffende Unternehmen zu einer

anderen Energieart übergeht. Das EVU muß abwarten, ob das Unternehmen den Strombezugsvertrag kündigt. Aus diesem Grunde sollten die EVU bemüht sein, sich auf dem neuerdings besonders durch das Heizöl und das Erdgas gefährdeten industriellen Elektrowärmemarkt durch den Abschluß langfristiger Verträge vor Überraschungen zu sichern. Auf dem industriellen Sektor kann das Problem der Konkurrenzenergien also höchst bedenkliche Folgen haben, aber durch die Annahme einer Fortsetzung der Versorgung mit Elektrizität, zu der die Versorgungspflicht zwingt, ist es im Hinblick auf den Bedarf der schon bestehenden Unternehmen eindeutig gelöst.

Auf dem Haushaltsektor besteht durch das Gas eine beachtliche Konkurrenz. Auf Grund der Erfahrungen kann jedoch angenommen werden, daß diejenigen Haushaltungen, die bereits über einen Elektroherd oder einen Elektroheißwasserbereiter verfügen, im Regelfall nicht zu Gas übergehen werden. Auf dem Gebiet der Raumheizung hat sich die Elektrizität - abgesehen von der kaum bedrohten Zusatzheizung - noch keinen beachtlichen Markt aufbauen können. Da der Bedarf für Raumheizzwecke außerdem nachts auftritt (Nachtspeicheröfen), kann der Kraftwerksplanung auf diesem Markt keine Gefahr drohen, weil zu dieser Zeit genügend Kapazität frei ist.

Etwas schwieriger ist die Situation jedoch bei den hinzukommenden Abnehmern. Auf dem Haushaltsektor kann nur die Annahme gemacht werden, daß das Gas im Rahmen der bisherigen Entwicklung zurückgedrängt wird. Die Vergrößerung des Anteiles der Elektroherde an der Summe aus Gas- und Elektroherden ist eine seit Jahren in allen größeren Versorgungsgebieten zu beobachtende Erscheinung. Schließlich darf auch nicht vergessen werden, daß alle Maßnahmen der Gasanbieter von den seit Jahren auftretenden Gasunglücken erheblich beeinträchtigt werden. Eine unübersichtliche Marktlage kann jedoch in Versorgungsgebieten entstehen,

in denen Erdgas angeboten wird, weil für den Marktanteil, den sich diese Energie bei Neubauten erobern kann, noch keine umfassenden Erfahrungen vorliegen. Das Erdgas wird sich seinen Markt - wie alle neuen Produkte - nur langsam erobern können. Für die Anlaufzeit brauchen daher keine besonderen Annahmen getroffen zu werden. Später muß man aus der dann gewonnenen Erfahrung die entsprechenden Annahmen ableiten. Da die Erdgasherde nicht viel billiger sind als die Elektroherde, wird man auch mit keiner stoßweisen Entwicklung zu rechnen haben, zumal die Umstellung von Ofen- auf Stadtgas wegen der schwierigen technischen Arbeiten sich über mehrere Jahre erstrecken wird.

Die Maßnahmen der Erdgasanbieter können den Kochstromabsatz auch völlig unvorhergesehen erhöhen. So machte eine EVU die Erfahrung, daß viele Abnehmer in dem Augenblick, in dem der konventionelle Gasherd auf Erdgas umgebaut werden sollte bzw. ein neuer Herd gekauft werden mußte, zum Strom übergangen. Das gleiche EVU war außerdem gezwungen, den bisher mit Gas betriebenen Teil der Straßenbeleuchtung auf Strom umzustellen, weil eine Beleuchtung mit Erdgas aus technischen Gründen bisher nicht möglich ist. Da das Erdgas nicht von heute auf morgen kommt, bleibt für diese Maßnahmen jedoch eine ausreichende Anpassungszeit.

In jüngster Zeit versucht die Gaswirtschaft durch eine Entgiftung des Gases besser ins Geschäft zu kommen. Die Kosten für die Entgiftung müssen jedoch ganz oder zu einem Teil über den Preis wieder hereingeholt werden, weil sie aus den knappen Gewinnen kaum mehr gedeckt werden können. Die Entgiftung führt also teilweise zu einer Verbesserung und teilweise zu einer Verschlechterung der Wettbewerbssituation der Gaswirtschaft.

Im industriellen Bereich stellt der Zugang eines wärmeintensiven Großbetriebes eine ausgesprochene Seltenheit dar. Es dürfte völlig ausgeschlossen sein, für diese hypothe-

tischen Fälle das Verhalten der Konkurrenzanbieter bei der Aufstellung der Prognose zu berücksichtigen, zumal für die Entscheidung des Abnehmers häufig technische Gründe ausschlaggebend sind. Man muß die Annahme aufstellen, daß sich die hinzukommenden Unternehmen im großen und ganzen wie die bisher ansässigen Unternehmen mit Energie versorgen lassen. Es darf auch nicht übersehen werden, daß Unternehmen mit einem hohen Wärmebedarf nur in wenigen Fällen von kommunalen EVU versorgt werden. Diese Unternehmen haben häufig eine Eigenerzeugung oder werden von einem Verbundunternehmen beliefert.

§ 2 Voruntersuchung über die anzuwendenden Methoden

A. Problemstellung

Die Vielzahl der Faktoren, die bei den Strombedarfsträgern bzw. den Verbrauchergruppen den Strombedarf in dem etwa fünf- bis sechsjährigen Prognosezeitraum bestimmen, führen zu der Voruntersuchung, welche der innerhalb der indirekten Anwendung der Extrapolation zur Wahl stehenden Methoden - oder besser Methodengruppen - am besten geeignet ist, die Vielzahl und unterschiedliche Bedeutung der Faktoren in den Griff zu bekommen bzw. ihnen Rechnung zu tragen. Maßstäbe für diese Voruntersuchung sind neben der zu erwartenden Genauigkeit des Prognoseergebnisses der mit den Methoden verbundene Zeitaufwand und Schwierigkeitsgrad.

Bei der einen Gruppe möglicher Methoden versucht man mit Hilfe einer mathematischen Funktion, in der mehrere, auf Grund der jeweiligen Verhältnisse ausgesuchte Faktoren (Variablen) unter Berücksichtigung ihrer unterschiedlichen Bedeutung enthalten sind, den künftigen Strombedarf zu schätzen (Mehrfachregression). Wie der Verfasser feststellen konnte, ist man bei einigen kommunalen EVU bemüht, diese Möglichkeit zu prüfen.

Die andere Methodengruppe beruht zwar ebenfalls auf der Untersuchung mehrerer Faktoren, aber es wird bewußt auf eine Quantifizierung der ausgewählten Faktoren innerhalb einer Funktion verzichtet. Der künftige Bedarf wird durch einen für die Strombedarfsentwicklung symptomatischen spezifischen Faktor (kWh je Einheit) und der absoluten Höhe der als Bezugsgröße gewählten Einheit oder durch einen exogenen Parameter ausgedrückt. Außerdem besteht noch die Möglichkeit, die Prognose an die Abnehmer zu deligieren.

Im folgenden soll untersucht werden, ob zwischen diesen methodischen Gegensätzen von vornherein eine Entscheidung zugunsten oder zuungunsten einer der beiden Methodengruppen getroffen werden kann. Wenn das möglich sein sollte, braucht sich die vorliegende Arbeit nur noch mit den Einzelproblemen derjenigen Methodengruppe zu befassen, innerhalb der die Lösung des Problems am zweckmäßigsten zu suchen ist.

Diese methodischen Überlegungen treten sowohl bei einer Global- als auch bei einer Sektorenprognose auf. Gegenüber der Globalprognose hat die Sektorenprognose bei der indirekten Extrapolation die weitaus größere Bedeutung, weil die Verbrauchergruppen bessere Voraussetzungen für eine Faktoranalyse bieten. Für die Sektorenbildung gelten die gleichen Grundsätze, die schon bei der direkten Anwendung der Extrapolation aufgezeigt worden sind.

B. Die methodischen Gegensätze

I. Mehrfachregression

Die Mehrfachregression ist heute die moderne Therapie zur Lösung schwieriger Prognoseprobleme. Diese Methode bietet auf Grund ihrer Konzeption günstige Voraussetzungen für die Strombedarfsprognose, weil mit ihr nicht nur sämtliche den Strombedarf beeinflussenden Faktoren (Variablen) quantitativ erfaßt werden können, sondern darüber hinaus auch die unterschiedliche Bedeutung dieser Faktoren berücksichtigt werden kann. Man gelangt so zu einer im mathematischen Sinne exakten Lösung. Aus diesem Grunde erscheint es zunächst naheliegend, sich der Mehrfachregression zuzuwenden.

Die Arbeitsweise dieser Methode sei an einem erheblich vereinfachten Modell dargestellt.

Angenommen, bei der Strombedarfsprognose des Sektors Industrie können die einzelnen Unternehmungen im wesentlichen in fünf große Branchen eingeteilt werden, von deren Produktion der Strombedarf in der Vergangenheit hauptsächlich abhängig gewesen sein soll. Die Produktion dieser Branchen sei mit P_1 , P_2 , P_3 , P_4 , P_5 bezeichnet. Die in den fünf Produktionsmengen nicht enthaltenen Variablen werden durch die latente Variable "u" erfaßt. Unter Berücksichtigung der wichtigen Variablen Bevölkerung (B) würde sich für den Elektrizitätsbedarf (E) folgende Gleichung ergeben:

$$E = a + bB + c_1P_1 + c_2P_2 + c_3P_3 + c_4P_4 + c_5P_5 + u$$

Die Symbole a, b, c_1 bis c_5 stellen die Konstanten der Gleichung dar, die, vereinfachend ausgedrückt, den Variablen (Faktoren) ihr Gewicht geben. Sie werden durch eine Zeitreihenanalyse nach der von Gauß entwickelten Methode der kleinsten Quadrate oder nach der Methode der größten Dichte (Maximum-Likelihood-Methode) geschätzt. Die Variablen müssen für die einzelnen Jahre selbst prognostiziert und in die Gleichung eingesetzt werden.¹⁾ Den gefragten Elektrizitätsbedarf erhält man durch die Ausrechnung der Gleichung.

Bei der Mehrfachregression darf keine ins Gewicht fallende Interdependenz zwischen den Variablen vorliegen. Da die Variablen aber infolge der gegenseitigen Abhängigkeit wirtschaftlicher Vorgänge in der Regel interdependent

1) Eine eingehende Darstellung der Mehrfachregression würde über den Rahmen der Arbeit erheblich hinausgehen. Es sei daher auf die einschlägigen Lehrbücher verwiesen, insbesondere Klein, L.R., A Textbook of Econometrics, Evanston und White Plains, 1953; Fischer, R.A., Statistische Methoden für die Wissenschaft, 12. Aufl., Edinburgh 1956, und Menges, Günter, Ökonometrie, Wiesbaden 1961, erschienen in: Die Wirtschaftswissenschaften. Dort sind auch ausführliche Literaturhinweise angegeben.

sind, erfordert die Ausschaltung der Interdependenz zu viele spezielle Annahmen. Naturgemäß sind auch diese Annahmen wieder mit Unsicherheiten behaftet. Schon in unserem einfachen Beispiel dürften die Bevölkerung und die einzelnen Produktionsmengen voneinander nicht unabhängig sein.

Gegen die Anwendung der Mehrfachregression bei der Strombedarfsprognose kommunaler EVU bestehen außerdem im einzelnen folgende Bedenken:

1. Für die Anwendung der Mehrfachregression ist zunächst Voraussetzung, daß für die heranzuziehenden Variablen die entsprechenden Zeitreihen der Vergangenheit vorliegen. Hier ergeben sich bereits erhebliche Schwierigkeiten, weil für die Vergangenheit oft nur der Strombedarf insgesamt und für einzelne Sektoren sowie die Bevölkerung bekannt sind. Die industrielle, gewerbliche und landwirtschaftliche Produktion ist für das einzelne Versorgungsgebiet außer für West-Berlin höchstens für die hanseatischen Stadtstaaten für einen längeren Zeitraum exakt zu ermitteln, aber auch dort ergeben sich schon Schwierigkeiten, weil sich das Versorgungsgebiet nicht immer mit dem eigentlichen Staatsgebiet, für das die Statistiken aufgestellt worden sind, deckt. Die übrigen EVU sind auf die Statistiken der Industrie- und Handelskammern angewiesen, die sich jedoch im Regelfall auf ein anderes (größeres) Gebiet als das betreffende Versorgungsgebiet beziehen. Aus Gründen der ihnen auferlegten Geheimhaltung können die statistischen Ämter auch nicht allen Aufgliederungswünschen der EVU nach einer entsprechenden gebiets- und branchenweisen Aufteilung des Strombedarfs nachkommen.

2. Eine weitere Voraussetzung ist, daß sich die den Berechnungen zugrunde gelegte Struktur nicht wesentlich ändert, weil die ermittelten Koeffizienten (die Konstanten bei den Faktoren) sonst keine Gültigkeit mehr haben. Um die Koeffizienten mit einer ausreichenden Genauigkeit be-

stimmen zu können, bedarf es einer Vielzahl von Beobachtungen, die nur auf Grund einer möglichst langen Zeitreihe angestellt werden können. Es wurde schon ausgeführt, daß der längste in Betracht kommende Zeitraum etwa 10 Jahre beträgt. Die Zahl von 10 Beobachtungen ist nun an sich schon sehr gering. Aber diese Beobachtungen können den Berechnungen nicht einmal insgesamt zugrunde gelegt werden, weil sich Koeffizienten ergeben würden, die einen Durchschnitt aus den verschiedenen Strukturen der Vergangenheit und der Gegenwart angeben. Wählt man jedoch einen kurzen Zeitraum von etwa drei Jahren, dann sind die Koeffizienten mit solchen Unsicherheiten belastet, daß ihre Aussagefähigkeit infolge der dadurch zwangsläufig eintretenden Ausweitung der Konfidenzbereiche erheblich beeinträchtigt wird. Es ist darüber hinaus aber auch nicht anzunehmen, daß die einmal ermittelten Koeffizienten eine für die Dauer des Prognosezeitraumes ausreichende Lebensdauer haben werden. Schließlich ist mit Sicherheit zu erwarten, daß sich die Strukturänderungen - wenn wahrscheinlich auch in einem geringeren Umfang als bisher - in der Zukunft fortsetzen, und zwar unter anderem schon deshalb, weil die elektrische Energie andere Kostenarten immer mehr verdrängt. Das ist eine ganz offenkundige Erscheinung. Beispielsweise hat die Aussage, daß von einer bestimmten Einkommensklasse an im allgemeinen eine bestimmte Wagenklasse gekauft wird, für eine längere Zeit Gültigkeit als die Aussage, daß für eine bestimmte Einkommensklasse ein bestimmter Elektrizitätsbedarf zu erwarten ist; denn die Elektrifizierung des Haushaltes ist infolge der fortgesetzten Geräteanschaffungen in einer permanenten Strukturänderung begriffen. Welche Bedeutung die Strukturänderungen gerade für die Industrie haben, wurde in diesem Kapitel schon anhand der Entwicklung von spezifischen Strombedarfsziffern für den Bergbau und die Mineralölindustrie gezeigt. Bei der Industrie ist infolge der Vielzahl wichtiger Faktoren laufend mit Strukturänderungen zu rechnen.

3. Die in die Gleichung einzusetzenden Faktoren (Variablen) müssen prognostiziert werden. Die Prognose der Faktoren ist jedoch wiederum mit Unsicherheit verbunden. Das Ergebnis der Gleichung kann auch aus diesem Grunde nur formal-mathematisch genau sein.

4. Es dürfte auch fraglich sein, ob tatsächlich nur mit linearen Regressionsgleichungen zu rechnen ist, die von der Wirtschafts- und Ökonometrie als vorherrschend angesehen werden. Falls aber nicht-lineare Abhängigkeiten angenommen werden müssen, würde sich der Rechenaufwand erheblich steigern, und außerdem würde es oft schwierig oder sogar unmöglich sein, die Abhängigkeiten ökonomisch sinnvoll zu interpretieren.¹⁾

5. Für die Berechnungen müssen Fachkräfte vorhanden sein, über die der weitaus größte Teil der kommunalen EVU zur Zeit nicht verfügt.

Bei einer Sektorenprognose kann es für verschiedene industrielle Sektoren hin und wieder möglich sein, einen einzigen ausschlaggebenden Faktor zu finden oder einige ausschlaggebende Faktoren, bei denen die Interdependenz nicht besonders berücksichtigt zu werden braucht. Sieht man von der Interdependenz ab, bleiben die übrigen Bedenken jedoch bestehen. Mit der verfeinerten Sektorenbildung wird aber auf die ausgleichende Wirkung des Gesetzes der großen Zahl weitgehend verzichtet, so daß sogar eine neue Schwierigkeit entsteht. Je kleiner die Sektoren sind, desto schwieriger ist ihre Entwicklung zu schätzen.

Die Schwierigkeiten liegen bei den Regressionsverfahren also zunächst in der Unvollständigkeit des empirischen Materials. Diese Schwierigkeiten können jedoch für in späte-

¹⁾ Menges, Günter, Ökonometrie, Wiesbaden 1961, S. 27, in: Die Wirtschaftswissenschaften

ren Jahren aufzustellende Prognosen behoben werden, wenn man in der Gegenwart das erforderliche statistische Material erarbeitet. Auch der Mangel an Fachkräften wird nicht immer bestehen bleiben. Entscheidend sind jedoch die Unsicherheiten, die aus der Schätzung und der künftigen Gültigkeit der Koeffizienten sowie aus der Schätzung der bei Aufstellung der Prognose als maßgebend angesehenen Faktoren ergeben. Entscheidende Schätzungsfehler können also bei beiden Komponenten auftreten.

II. Einfache mathematische Methoden

Bei den folgenden einfacheren mathematischen Methoden wird davon ausgegangen, daß bei der mittelfristigen Strombedarfsprognose infolge der Entwicklung der nur für einen Streubereich zu schätzenden Faktoren mit dem Zeitablauf zunehmende Unsicherheiten in einem solchen Umfange auftreten, daß zu sehr ins einzelne gehende Untersuchungen und Prognosen nicht zweckmäßig erscheinen. Bisher wurden diese Methoden nicht verwendet, wie einer von der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke (VDEW) durchgeführten Studie über die bei 40 ausgewählten EVU angewendeten Prognosemethoden zu entnehmen ist.¹⁾

Bei einem Teil dieser Methoden wird versucht, den Strombedarf durch die Schätzung spezifischer Strombedarfsziffern (kWh je Tonne, je Kopf der Bevölkerung, je Beschäftigtenstunde usw.) zu prognostizieren. Im einzelnen beruhen diese Methoden auf einer Spaltung der Faktoranalyse. Zunächst wird ein Faktor ausgewählt, auf den der Strombedarf bezogen werden soll. Diese Bezugsgröße (Tonne, Bevölkerung, Beschäftigtenstunde usw.) soll nach Möglichkeit so be-

¹⁾ VDEW, Elektrizitätsverbrauchs-Prognosen bei den EVU der Bundesrepublik Deutschland, Frankfurt/M., 1960, S. 6 u. 7. Unveröffentlichte Untersuchung, freundlicherweise von einem beteiligten EVU zur Verfügung gestellt.

schaffen sein, daß sie für die weitere Entwicklung des wirtschaftlichen Wachstums und damit auch für den Strombedarf einen Engpaß (Minimumsektor) darstellt. Eine andere Faktorgruppe wird zur Prognose des Strombedarfs je Einheit der Bezugsgröße herangezogen. Dabei wird aber ganz bewußt auf eine exakte mathematische Abhängigkeit zwischen diesen Faktoren, die ja selbst nur für einen Ungewißheitsbereich zu bestimmen sind, verzichtet. Der Einfluß der Faktoren auf den spezifischen Strombedarf wird auf Grund von Erfahrungen aus der Vergangenheit durch Schätzungen abgeleitet. Um die absolute Höhe des Strombedarfs zu erhalten, muß also zunächst die Entwicklung der Bezugseinheit und darüber hinaus der spezifische Bedarf je Bezugseinheit prognostiziert werden. Das Produkt aus den beiden Zahlen ergibt die absolute Höhe des Strombedarfs. Durch dieses zweistufige Vorgehen besteht eine gewisse Ähnlichkeit mit den oben besprochenen Regressionsmethoden. Denn auch hier können bei beiden Komponenten Fehler auftreten.

Das erste Problem liegt in der Wahl einer zutreffenden Bezugseinheit. Diese muß nämlich nicht nur - wie schon oben ausgeführt worden ist - für die Entwicklung des Strombedarfs von ganz entscheidender Bedeutung sein, sondern darüber hinaus muß sie auch noch mit einer ausreichenden Sicherheit erfaßt und für einen engen Wahrscheinlichkeitsbereich prognostiziert werden können. Für die Wahl der Bezugsgröße ist die Aufstellung einer Einfachregression für diesen Teil der Voruntersuchung ein Hilfsmittel. Die Einfachregression soll hier - damit keine Mißverständnisse entstehen - nicht für die Prognose unmittelbar verwendet werden. Die Regression dient lediglich zur Bestimmung der Bezugsgröße. Nur insoweit ist die Regression ein wichtiges Hilfsmittel.

Eine andere Möglichkeit ist durch die Anwendung exogener Parameter gegeben. Unter Parameter werden mit Kellerer charakteristische Werte einer Ausgangsgesamtheit verstan-

den.¹⁾ In Betracht kommen nach dem ersten Anschein das Bruttosozialprodukt, das Bruttoinlandsprodukt und der Industrieproduktionsindex. Diese exogenen Variablen stellen keine Faktoren dar, die in irgendeiner Form den Strombedarf unmittelbar beeinflussen, sie drücken aber den Einfluß sämtlicher Faktoren in sich aus. Es handelt sich um abgeleitete Faktoren. Die Durchführung verläuft ähnlich wie bei der Mehrfachregression. Auch hier vollziehen sich die Berechnungen in zwei Stufen. Zunächst muß auf Grund der in der Vergangenheit aufgetretenen Entwicklung des exogenen Parameters und des Strombedarfs ein Koeffizient ermittelt werden, der den Zusammenhang zwischen den beiden Zeitreihen angibt. Außerdem wird der weitere Verlauf des exogenen Parameters geschätzt, aus dem alsdann die absolute Höhe des Strombedarfs mit Hilfe des Koeffizienten abgeleitet werden kann. Dabei wird vorausgesetzt, daß der für den gesamten Beobachtungszeitraum der Vergangenheit gültig gewesene Koeffizient auch für den gesamten Prognosezeitraum zutreffend sein wird.

Anders als bei der Mehrfachregression handelt es sich hier jedoch stets um eine Einfachkorrelation. Außerdem besteht keine unmittelbare Regression zwischen einem Faktor und dem Strombedarf. Eine Schwierigkeit liegt an sich auch bei dieser Methode in der Bestimmung und der mutmaßlichen Lebensdauer des Koeffizienten. Immerhin ist diese Methode aber mit bedeutend weniger Mühe verbunden als die weiter oben besprochenen Regressionsmethoden, zumal fremde Institutionen (Industrie- und Handelskammern, Statistische Ämter) den bisherigen Verlauf der exogenen Parameter ausrechnen. Darüber hinaus wird auf eine feingliedrige Unterteilung der Abnehmer von vornherein verzichtet. Eine Anwendung dieser Methoden wäre denkbar bei einer Globalprognose und bei einer Sektorenprognose für den nicht weiter unterteilten Sektor Industrie.

¹⁾ Kellerer, Hans, Statistik im modernen Wirtschafts- und Sozialleben, Hamburg 1960, S. 115

Eine dritte Möglichkeit besteht in der Delegation der Strombedarfsprognose an die Abnehmer. Dieser Weg ist gewiß ungewöhnlich, es besteht jedoch immerhin die Möglichkeit, daß man so zusätzliche Informationen erhält. Die Abnehmer können ihren Strombedarf einfach extrapolieren, was nicht der Sinn der Delegation ist, sie können exakte mathematische Methoden und Schätzmethoden anwenden. Insofern besteht an sich keine selbständige Methode. Da jedoch die Befragung der Abnehmer mit einigen besonderen Problemen verbunden ist, erscheint es gerechtfertigt, in diesem Weg eine spezielle Methode zu sehen. Die Mehrzahl der kommunalen EVU hält von dieser Möglichkeit nicht viel. Soweit dem Verfasser bekannt ist, haben in jüngster Zeit im Bundesgebiet zwei kommunale EVU versucht, diesen Weg zu beschreiten. Mit dem Erfolg waren diese EVU anscheinend nicht zufrieden.

C. Ergebnis

Das wichtigste Beurteilungsmerkmal ist die bei den beiden methodischen Gruppen zu erwartende Genauigkeit des Prognoseergebnisses. Die auf der Strombedarfsprognose aufbauenden Entscheidungen sind für den weiteren Ablauf der Unternehmung so bedeutend, daß Kosten, Mühe und zeitliche Beanspruchung des Personals dann keine Rolle spielen sollten, wenn durch diesen höheren Einsatz eine spürbare Verbesserung des Ergebnisses zu vermuten ist. Bei einem etwa gleichen Genauigkeitsgrad sollten ganz selbstverständlich die unkomplizierteren Methoden herangezogen werden. Es ist gut, sich noch einmal an diese Grundsätze zu erinnern.

Schwierigkeiten, die mit der Beschaffung des statistischen Materials zusammenhängen, liegen bei jeder der beiden gegensätzlichen Methodengruppen vor. Die Schwierigkeiten sind für die Mehrfachregression und allerdings auch bei der zur zweiten Methodengruppe gehörenden Einfachregression mit exogenen Parametern besonders gravierend,

weil diese Methoden nur anzuwenden sind, wenn für die Faktoren mindestens zehnjährige Zeitreihen vorliegen. Denn die Regressionsmethoden bauen schließlich auf der Voraussetzung auf, daß eine über einen langen Zeitraum hindurch geltende Regelmäßigkeit sich nicht von heute auf morgen ändern wird.

Man kann nicht unterstellen, daß die statistischen Schwierigkeiten dauernd bestehen bleiben. Für künftige Prognosen können die Unterlagen schon in der Gegenwart zusammengestellt werden. Erforderlich ist jedoch, daß die kommunalen EVU sich selbst um das empirische Material bemühen. Soweit fremde Institutionen, wie Statistische Ämter und Industrie- und Handelskammern nicht in der Lage sein sollten, die statistischen Unterlagen bereitzustellen, muß sich das EVU mit in zwei- bis dreijährigen Abständen durchgeführten Fragebogenaktionen das notwendige Material beschaffen.

Untersucht man die Anwendbarkeit der beiden Methodengruppen unter der Voraussetzung, daß die statistischen Schwierigkeiten behoben worden sind, dann ergeben sich für die Mehrfachregression infolge der sowohl in der Vergangenheit als in der Zukunft kurzen Geltungsdauer der Koeffizienten noch immer so erhebliche Schwierigkeiten, daß eine ausreichende Aussagefähigkeit der Methode schon aus diesem Grunde in Frage gestellt werden muß.

Eine weitere Unsicherheit ergibt sich bei den Faktoren (Variablen). Die Faktoren sind nicht exakt zu prognostizieren und es können auch nicht sämtliche Faktoren erfaßt werden. Faktoren, die heute noch unbekannt sind bzw. wegen ihres geringen Gewichtes bei der Strombedarfsprognose unberücksichtigt blieben, können noch innerhalb des Prognosezeitraumes auftreten bzw. erheblich an Gewicht gewinnen.

Die einfacheren mathematischen Methoden tragen den sich mit der Länge des Prognosezeitraumes zunehmenden Unsicherheiten von vornherein Rechnung. Da das Ergebnis ohnehin

nur innerhalb eines gewissen Streubereiches vermutet werden kann, wird bei diesen Methoden auf eine zu ausgeprägte Detaillierung der Faktoruntersuchung verzichtet und statt dessen versucht, mit Hilfe einer vereinfachenden Analyse, die auf einer Spaltung der Faktoruntersuchung aufbaut, zum Ziel zu gelangen. Die einfacheren Methoden sind den bei der Strombedarfsprognose auftretenden Schwierigkeiten auf Grund ihrer Konzeption daher adäquater als die Mehrfachregression.

Nach Ansicht des Verfassers können von der Mehrfachregression in der Gegenwart und in der absehbaren Zukunft keine genaueren Prognoseergebnisse erwartet werden als von den einfacheren mathematischen Methoden. Es erhebt sich sogar die Frage, ob die Mehrfachregression den mit der anderen Methodengruppe möglichen Genauigkeitsgrad überhaupt erreichen kann, weil wegen der eingehenden mathematischen Faktoruntersuchungen die Möglichkeiten der Fehlerbildung natürlich größer sind. Es kann jedoch mindestens festgestellt werden, daß der mit der Mehrfachregression verbundene höhere Zeit- und Arbeitsaufwand sowie der höhere Schwierigkeitsgrad der Berechnungen zu keiner hinreichenden Verbesserung der Prognose führen kann, die eine Anwendung dieser Methoden rechtfertigt.

Nicht gerechtfertigt scheint es jedoch, die Mehrfachregression für alle Zeiten aus dem Gebiet der Elektrizitätsbedarfsprognose bei kommunalen EVU zu verbannen. Wenn die technische Entwicklung einmal in ruhigeren Bahnen verläuft, kann vielleicht doch mit dieser Methode gearbeitet werden.

Einen Spezialfall stellt die Prognose auf der Grundlage eines exogenen Parameters dar. Eine grundsätzliche Entscheidung über die Brauchbarkeit dieser Methode ist im Rahmen einer Voruntersuchung nicht möglich. Es ist weiter oben schon ausgeführt worden, daß zwischen dieser Methode

und der Mehrfachregression zwar Unterschiede bestehen, darüber hinaus aber auch in einem gewissen Umfang gemeinsame Schwierigkeiten vorhanden sind. Immerhin dürfte von den in Frage kommenden Parametern mindestens doch zwischen dem Industrieproduktionsindex und dem industriellen Strombedarf ein Zusammenhang vorliegen. Es kann schließlich angenommen werden, daß der Koeffizient zwischen dem exogenen Parameter und dem Strombedarf wegen des Verzichtes auf eine eingehende Sektorenbildung und Aufteilung der Einflußfaktoren stabiler ist als die Koeffizienten bei der Mehrfachregression. Da die Prognose auf der Grundlage eines exogenen Parameters bedeutend müheloser durchzuführen ist als die Mehrfachregression und außerdem über die Anwendbarkeit exogener Parameter eine Diskussion besteht¹⁾, müssen über diesen Problemkreis im folgenden noch ausführlichere Untersuchungen angestellt werden.

Die weiteren Ausführungen dieses Kapitels gelten also den mit einfachen mathematischen Methoden durchzuführenden Prognosen.

¹⁾ u. a. Sardemann, Fritz, Noch einmal: Wert und Unwert von Energieprognosen, in: Eltwirtschaft 1959, Bd. 58, S. 86 - 87
Steiner, H., II, a.a.O., S. 587

§ 3 Die Methoden

A. Einfachregression mit einem exogenen Parameter

I. Das Bruttosozialprodukt und das Bruttoinlandsprodukt (Globalprognose)

Auf den ersten Blick scheint zwischen dem Strombedarf und dem Bruttosozialprodukt (BSP) bzw. dem Bruttoinlandsprodukt ein sehr enger Zusammenhang zu bestehen, weil die elektrische Energie eine Voraussetzung für die Produktion in sämtlichen Wirtschaftsbereichen ist. Die durchzuführen- den Arbeiten sind recht einfach. Zunächst ist ein Koeffizient zu ermitteln, der den Zusammenhang zwischen dem bisherigen Verlauf des Strombedarfs und des BSP angibt. Der künftige Strombedarf errechnet sich auf Grund der Schätzung über die weitere Entwicklung des BSP unter Berücksichtigung des bisherigen Koeffizienten.

Das BSP und das Bruttoinlandsprodukt werden bisher nur für das Versorgungsgebiet einer kleinen Anzahl kommunaler EVU ermittelt. Falls jedoch zwischen Strombedarf und BSP bzw. Bruttoinlandsprodukt ein enger Zusammenhang bestehen sollte, könnte man die Forderung aufstellen, für jedes kommunale Versorgungsgebiet die entsprechenden statistischen Angaben zu ermitteln. Denn schließlich ist die Aufstellung der betreffenden Zahlen der Vergangenheit nur ein statistisches Problem, das durchaus lösbar ist. Im folgenden soll untersucht werden, ob das BSP bzw. das Bruttoinlandsprodukt, abgesehen von den rein statistischen Bedenken, auf Grund der Konzeption als exogener Parameter für die Strombedarfsprognose geeignet ist.

Unter dem Bruttosozialprodukt versteht man "den Gesamtwert aller in dem zugrundeliegenden Zeitraum erzeugten Produkte, die in die letzte Verwendung, das heißt in den Verbrauch, die Investition und in den Außenbeitrag gehen

(Endprodukt)"¹⁾. "Der Beitrag eines Bereiches zum Gesamtprodukt ist prinzipiell durch die Differenz zwischen Bruttoproduktionswert (output) und in den darin enthaltenen Vorleistungen von anderen Bereichen (input) bestimmt, kann aber auch direkt ermittelt werden durch Addition der folgenden, jeweils auf diesen Bereich bezogenen Größen:

a) Wertschöpfung, das heißt die insgesamt verdienten Löhne, Gehälter, Zinsen und Gewinne, b) Indirekte Steuern abzüglich Subventionen und c) Abschreibungen."²⁾ Das Bruttoinlandsprodukt ist das um den Außenbeitrag korrigierte BSP. Am BSP bzw. am Bruttoinlandsprodukt waren die einzelnen Wirtschaftsbereiche 1950 und 1960 wie folgt beteiligt:³⁾

	1950 %	1960 %
Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	10	6
Bergbau und Energiewirtschaft	6	5
Verarbeitendes Gewerbe	38	42
Baugewerbe	6	7
Handel	13	14
Verkehr und Nachrichtenübermittlung	7	7
Banken und Privatversicherungen	3	3
Wohnungsvermietung	3	3
Staat	8	7
Sonstige Dienstleistungen	6	6
Bruttoinlandsprodukt	100	100
+ ./.. Außenbeitrag		
<u>Bruttosozialprodukt</u>		

Zahlentafel 3

- 1) Schmedtje, Jochen, Sozialprodukt und Volkseinkommen, in: Wirtschaft und Statistik, 4. Jhg., N.F. 1952, S. 479
- 2) ders., a.a.O., S. 480
- 3) Quelle: Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland 1962, Wiesbaden 1962, S. 56

Der Strombedarf hat für jeden Wirtschaftsbereich ein anderes Gewicht. Verschieben sich die Anteile der einzelnen Wirtschaftsbereiche, dann muß sich notwendigerweise auch der Koeffizient zwischen dem Bruttoinlandsprodukt und dem Strombedarf ändern. Als Beispiel für solche Verschiebungen sind in Zahlentafel 3 Prozentzahlen angeführt, die die Entwicklung der Anteile der einzelnen Wirtschaftsbereiche am Bruttoinlandsprodukt für die Bundesrepublik (ohne West-Berlin) wiedergeben. Außerdem haben die Veränderungsraten bei den energieintensiven Wirtschaftsbereichen eine erheblich höhere Bedeutung für den Strombedarf als dies bei den übrigen Wirtschaftsbereichen der Fall ist. Darüber hinaus sind im Bruttoinlandsprodukt mit den Löhnen und Gehältern, den Gewinnen usw. Faktoren enthalten, die sich nicht im gleichen Verhältnis zur Produktion und zum Elektrizitätsbedarf ändern. Auf diesen Punkt weist auch Sardemann hin.¹⁾

In Zahlentafel 4 ist die Entwicklung der prozentualen Zuwachsraten des Bruttoinlandsproduktes und des Strombedarfs gegenüber dem jeweiligen Vorjahr für West-Berlin wiedergegeben.²⁾

	Bruttoinlandsprodukt %	Strombedarf %
1951	12,5	23,8
1952	5,9	12,8
1953	14,5	11,9
1954	12,9	12,1
1955	13,9	14,3
1956	9,0	15,4
1957	6,9	9,4
1958	3,3	9,3
1959	9,5	8,3
1960	13,0	12,1

Zahlentafel 4

Es ist ersichtlich, daß zwischen den beiden Größen kein unmittelbarer Zusammenhang besteht. Andere Untersuchungen, die sich zum Teil auch auf das Ausland erstreckten, haben ebenfalls zu der Erkenntnis geführt, daß der Strombedarf stärker als das BSP wächst, und zwar in einer sehr ungleichmäßigen Relation zum BSP¹⁾. Die Gründe hierfür sind in einer steigenden Mechanisierung der Industrie, der Substitution der übrigen Energiearten durch die Elektrizität usw. zu suchen.

Als exogener Parameter kommt das BSP bzw. das Bruttoinlandsprodukt also nicht in Betracht. Nach Ansicht des Verfassers ist es jedoch zweckmäßig, das BSP zu schätzen, weil es den Rahmen der künftigen wirtschaftlichen Entwicklung absteckt. Das ist natürlich nur für kommunale EVU sinnvoll, für deren Versorgungsgebiet das BSP bzw. das Bruttoinlandsprodukt von den statistischen Ämtern ohnehin ermittelt wird. Das Heranziehen einer für ein anderes Gebiet - etwa das entsprechende Bundesland - aufgestellte Schätzung des BSP erscheint für den gleichen Zweck sehr fraglich. Daher ist auch für eine mittelbare Berücksichtigung des BSP und des Bruttoinlandsproduktes nur wenig Spielraum vorhanden.

1) u. a. Sardemann, Fr., a.a.O., S. 87
Zentralverband der elektrotechnischen Industrie
e. V., a.a.O., S. 20 u. 21

Fußn. vorh. Seite

- 1) Sardemann, Fr., a.a.O., S. 86. Sardemann spricht zwar vom gesamten Energiebedarf, jedoch treffen diese Bedenken auch für den Strombedarf zu.
- 2) Freundlicherweise von der Bewag (West-Berlin) zur Verfügung gestellt. Den Zuwachsraten des Bruttoinlandsproduktes liegen die Preise von 1960 zugrunde.

II. Der Industrieproduktionsindex (Sektorenprognose)

Mit dem Index der industriellen Nettoproduktion soll die Entwicklung der Nettoproduktion, d. h. der eigenen Leistung der zur "Industrie" zusammengefaßten Betriebe gemessen zu den konstant beibehaltenen Preisen des Basisjahres, erfaßt werden.¹⁾ Findet dieser Index bei der Prognose des Strombedarfs Anwendung, so vollzieht sich der Arbeitsgang ähnlich wie bei der oben besprochenen Anwendung des Bruttosozialproduktes. Zunächst wird untersucht, um wieviel Prozent der Strombedarf bei einer prozentualen Änderung des Nettoproduktionsindex in der Vergangenheit variierte und ermittelt den daraus resultierenden Koeffizienten. Alsdann wird der Index vorausgeschätzt. Der Strombedarf für den zu prognostizierenden Zeitraum errechnet sich auf Grund des Koeffizienten unter Berücksichtigung der absoluten Höhe des Strombedarfs im Ausgangsjahr.

Zwischen dem Strombedarf der Industrie und der industriellen Produktion ist ein stärkerer Zusammenhang zu vermuten als zwischen dem Bruttosozialprodukt und dem gesamten Strombedarf, weil der industrielle Strombedarf die Grundlage für die Produktion der Industrie darstellt und durchaus angenommen werden kann, daß derartig umfangreiche Strukturänderungen wie beim Bruttosozialprodukt nicht auftreten werden. Es ist jedoch zu beachten, daß jeder zwischen dem Nettoproduktionsindex und dem Industriestrombedarf ermittelte Zusammenhang, und mag dieser auch durch einen noch so hohen Korrelationskoeffizienten gekennzeichnet sein, ausschließlich statistisch-empirisch ist und nicht als eine Kausalität gewertet werden kann.

1) Statistisches Bundesamt Wiesbaden, Neuberechnung des Index der industriellen Nettoproduktion, Sonderheft 8, Stuttgart 1956, S. 8

Die Diskussion über die Eignung des Index der industriellen Nettoproduktion für die Vorausschätzung des Strombedarfs vollzieht sich im wesentlichen im Rahmen der Energie- und Strombedarfsprognosen für das gesamte Bundesgebiet. Die Problematik ist aber die gleiche, die auch bei den kommunalen Versorgungsgebieten bei einer Anwendung dieser Methode besteht. Deshalb sei im folgenden auf diese Diskussion eingegangen.

Nach Sardemann und Steiner ist der Industrieproduktionsindex als Parameter nicht geeignet.¹⁾ Sardemann kommt nach einer sehr eingehenden Untersuchung dieses Komplexes zu dem Urteil, "daß ein gleichförmiger Verlauf ... von Industriestromverbrauch und Industrieproduktionsindex gar nicht möglich ist." Wie der Studie des VDEW über die "Elektrizitätsverbrauchsprognosen in der Bundesrepublik Deutschland" zu entnehmen ist, lehnt Sardemann diese Methode auch für die kommunalen EVU ab.²⁾ Andererseits ist jedoch festzustellen, daß diese Methode für die Prognose des Industriestrombedarfs ganzer Länder durchaus angewendet wird, wobei man die Eignung dieses Parameters aus statistisch-empirischen Untersuchungen der Vergangenheit ableitet.³⁾

1) Sardemann, Fr., a.a.O., S. 87
Steiner, H., II, a.a.O., S. 587

2) VDEW, a.a.O., S. 7

3) u. a. Zentralverband der elektrotechnischen Industrie e. V., a.a.O., S. 17 u. 18

OEEC, The Electricity Supply Industrie in Europe, Paris 1953 (El(53) 8, S. 35. Die Regressionsgleichung lautet $E = 4,556 \times I^{0,599} \times 2^{0,061} t$. Dabei bedeuten E den Strombedarf, I den Index der industriellen Produktion und t die Zeit (ab 1920).

Eine für Frankreich ermittelte Regressionsgleichung rechnet Sardemann in "Noch einmal das Thema Prognosen", in: Eltwirtschaft, Bd. 56, 1955, S. 173, in deutsche Verhältnisse um. Der dabei ermittelte Korrelationskoeffizient lag mit $r = 0,998$ sehr hoch. Wie bei der OEEC-Formel wurde auch hier der Strombedarf sowohl in einer Abhängigkeit von der Zeit (autonome Elektrifizierungs-entwicklung) als auch in Abhängigkeit von der wirtschaftlichen Entwicklung (Industrieproduktionsindex) geschätzt.

Das gleiche statistische Ausgangsmaterial führt also, wenigstens soweit die Verhältnisse in der Bundesrepublik betroffen werden, zu unterschiedlichen Urteilen über die Anwendbarkeit der Methode, so daß die Vermutung naheliegt, daß bei diesem Problem auch subjektive Bewertungen eine Rolle zu spielen scheinen.

Die Bedenken gegen diese Methode orientieren sich in erster Linie an dem statistischen Aufbau des Nettoproduktionsindex. Dieser weist - sofern er als Grundlage für die Prognose des Elektrizitätsbedarfs herangezogen werden soll - folgende Unzulänglichkeiten auf:

1. Das Handwerk wird nicht berücksichtigt. Da das Handwerk aber in der Holzverarbeitung, der Lederverarbeitung, dem Bekleidungsgewerbe, dem Nahrungsmittelgewerbe usw. einen erheblichen Anteil an der Produktion haben kann, können sich unter Umständen Ungenauigkeiten ergeben.
2. Industriebetriebe mit differenziertem Produktionsprogramm werden den einzelnen Gruppen nach dem Schwerpunkt ihrer Erzeugung zugeordnet. Die Zuordnung geschieht bekanntlich jährlich. Die ausschlaggebende Warengruppe wird nach der Beschäftigtenzahl ermittelt. Damit stellen die Zusammenfassungen Gruppen von Betrieben und nicht von Erzeugnissen dar. Eine Änderung des Produk-

Fußn. vorh. Seite - Fortsetzung -

Fischer, Klaus-Dieter, Die voraussichtliche Entwicklung des Elektrizitätsbedarfs in der Bundesrepublik Deutschland bis 1975, Eltwirtschaft, Bd. 61, 1962, S. 353. Hier wird bei einigen Industriezweigen vom Industrieproduktionsindex ausgegangen.

Nach Fischer, Bernd, Die zukünftige Entwicklung des Strombedarfs in der Bundesrepublik Deutschland, Nürnberg 1960 (Diss.), S. 106 wurden für die Bundesrepublik folgende Prognosen des Industriestrombedarfs auf der Grundlage des Nettoproduktionsindex ausgearbeitet: Europäische Gemeinschaft für Kohle und Stahl, Untersuchung über Struktur und Tendenzen der Energiewirtschaft in den Ländern der Gemeinschaft, 1957, Köhn, H., Der westdeutsche Energiebedarf bis 1975 und seine Deckung, in Eisen und Kohle, 10. Jhg. (1957), S. 411

tionsprogrammes hat jedoch eine entsprechende Änderung des Elektrizitätsbedarfs zur Folge. Ähnliche Schwierigkeiten ergeben sich, wenn Unternehmungen bei gleichem Produktionsprogramm den Bezug von Rohstoffen durch den Bezug von Halb- und Fertigfabrikaten ersetzen bzw. wenn der umgekehrte Fall vorliegt.

3. Der Anteil des Strombedarfs der einzelnen Gruppen am gesamten Strombedarf der Industrie ist sehr unterschiedlich. Der Index nimmt auf diese Unterschiede keine Rücksicht. Da die einzelnen Gruppen verschieden hohe Zuwachsraten aufweisen, kann die Relation zwischen dem Industrieproduktionsindex und dem Elektrizitätsbedarf erheblich beeinträchtigt werden.

Sardemann kommt außerdem auf Grund seiner für die Jahre 1951 bis 1957 aufgestellten Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß zwischen den Energieträgern Kohle, Heizöl, Gas und Strom Substitutionen vorgegangen sein müssen. Auch diese Entwicklung beeinträchtigt die Bedeutung des Index der industriellen Nettoproduktion als Parameter. Um den Dingen auf den Grund zu kommen, müßte man nach Sardemann in der Lage sein, den gesamten Nutzenergiebedarf an Licht, Kraft, Wärme und chemischer Energie und seine Änderungen zu erfassen. Es sei jedoch nicht einmal möglich, den Verbrauch an elektrischer Energie zur Deckung der verschiedenen Nutzenergien zu trennen, da dieser über gemeinsame Zähler läuft. Von Schätzungen sei nicht viel zu halten.¹⁾

Mit diesen Bedenken soll auf die mutmaßlich kurze Lebensdauer des Koeffizienten, der die Relation zwischen dem Industrieproduktionsindex und dem Strombedarf angibt, aufmerksam gemacht werden. Auf den ersten Blick scheint die gleiche Lage wie bei der Mehrfachregression vorzuliegen,

¹⁾ Sardemann, a.a.O., S. 87

die unter anderem auch wegen der raschen Änderung der Koeffizienten und des mit dieser Methode verbundenen Arbeitsumfanges nicht sinnvoll erschien. Nach Ansicht des Verfassers liegt beim Industrieproduktionsindex jedoch eine andere Situation vor.

Die Unterschiede ergeben sich in zwei wesentlichen Punkten. Erstens sind die Unsicherheiten bei der Mehrfachregression zu einem guten Teil durch die zu umfangreiche Unterteilung des Merkmals Strombedarf hervorgerufen, die zu einer Vielzahl von Koeffizienten führt. Die Gefahr von Fehlern bzw. Fehleinschätzungen besteht jedoch für jede Unterteilung, so daß sich die Fehler der einzelnen Bereiche addieren, wodurch sich bei den Koeffizienten trotz der mühevollen Berechnung sogar noch erhöhte Unsicherheiten ergeben. Mit dem Index der industriellen Nettoproduktion ist dagegen eine Parameter gegeben, der in einer Zahl geschätzt wird und eine breitere Ausgangsbasis hat. Eine Summierung von Prognosefehlern unterbleibt. Bei einer Anwendung des Nettoproduktionsindex wird ganz bewußt auf das Gesetz der großen Zahl vertraut, das die Kompensation eines Teiles der nicht vorausgesehenen Entwicklungen mit sich bringt. Zweitens ist diese Methode mit einem entschieden geringeren Arbeitsaufwand verbunden als die oben besprochenen Regressionsmethoden.

Es ist selbstverständlich denkbar, Nettoproduktionsindices auch für einzelne Industriegruppen zu bilden. Diesem Vorgehen kann jedoch kein großer Erfolg beigemessen werden, weil sich dann im Prinzip die gleichen Bedenken wie bei der Mehrfachregression einstellen.

Die Bedenken gegen den Index der industriellen Nettoproduktion lassen sich zu einem guten Teil zerstreuen. So ist der Anteil des Handwerks am Strombedarf der Sonderabnehmer (Industriestrombedarf) in den einzelnen Versorgungsgebieten sehr unterschiedlich. Zu einem erheblichen Teil wird der

Strombedarf des Handwerks nach dem Gewerbetarif abgerechnet und ist dadurch gar nicht im Industriestrombedarf enthalten. Aber selbst dort, wo der Anteil des Strombedarfs des Handwerks am Industriestrombedarf beachtlich sein sollte, könnte die Statistik des Strombedarfs dem Aufbau des Industrieproduktionsindex angepaßt werden. Das müßte im großen und ganzen, besonders bei einer Mitwirkung des für die Ermittlung des Industrieproduktionsindex zuständigen statistischen Amtes, möglich sein.

Die Einwendungen, die sich aus der jährlichen Zuordnung von Betrieben mit einem differenzierten Produktionsprogramm zu den einzelnen Gruppen des Index ergeben, können nach Ansicht des Verfassers auf keinen Fall generalisiert werden. In der bereits angeführten Untersuchung des VDEW über Elektrizitätsverbrauchsprognosen wird in diesem Zusammenhang als Beispiel angeführt, daß Unternehmungen der Chemischen Industrie mit Mineralölverarbeitung oder mit Aluminiumproduktion jedes Jahr von neuem der Gruppe zugeordnet werden, zu der sie schwerpunktmäßig gehören, wobei der Schwerpunkt nach der Zahl der Beschäftigten gemessen wird.¹⁾ In einem derartig krassen Fall ist es selbstverständlich nicht sinnvoll, den Strombedarf mit Hilfe des Industrieproduktionsindex vorauszuschätzen. Große Unternehmungen, bei denen eine Umstellung des Produktionsprogrammes zu einer erheblichen Änderung des Strombedarfs führt, dürften jedoch nicht sehr zahlreich sein. Darüber hinaus verfügen gerade viele dieser Unternehmungen über eigene Stromerzeugungsanlagen oder werden unmittelbar von den Verbundunternehmungen versorgt. Eine näherliegende Annahme ist jedoch, daß sich die Änderungen des Produktionsprogrammes und der Fertigungsverfahren zwar laufend, aber nur schrittweise vollziehen und sich besonders in Versorgungsgebieten, die eine gute Durchmischung mit Industriebetrieben unterschied-

¹⁾ VDEW, a.a.O., S. 7, Anlage 1

licher Wirtschaftszweige aufweisen, Kompensationen der Folgen dieser Änderungen, die schließlich auch schon in der Vergangenheit aufgetreten sind, ergeben werden.

Auch die unterschiedliche Stromintensität der einzelnen Gruppen, die in den Index eingehen, braucht kein unüberwindliches Hindernis darzustellen, sofern die Produktionsindices der einzelnen Gruppen auf Grund ihres Anteiles am Industriestrombedarf im Basisjahr gewichtet werden. Es darf allerdings nicht übersehen werden, daß diese Korrektur nur für die Vergangenheit eine sichere Aussagefähigkeit des Index der industriellen Nettoproduktion garantiert, während für künftige Aussagen das für die Vergangenheit zwischen dem Index und dem Industriestrombedarf errechnete Verhältnis ja nur innerhalb eines Schwankungsbereiches als sicher gelten kann.

Substitutionsvorgänge zwischen den einzelnen Energieträgern wird es auch künftig noch geben. Es ist jedoch anzunehmen, daß diese Erscheinung künftig an Intensität abnimmt. Sicherlich sind auf diesem Gebiet keine abrupten Änderungen mehr zu erwarten, und es mag durchaus schon kommunale Versorgungsgebiete geben, in denen dieses Problem schon heute keine große Rolle mehr spielt. Gewisse Ausnahmen könnten unter Umständen in Versorgungsgebieten vorliegen, in denen auch Erdgas angeboten wird. Diese Versorgungsgebiete sind jedoch in der absoluten Minderheit. Außerdem stellt das Erdgas eine größere Konkurrenz für das Ofengas als für die Elektrizität dar, der in diesem Zusammenhang im wesentlichen nur bei bestimmten Industrien (z. B. Chemie, Porzellan) auf dem Wärmesektor eine Gefahr droht.

Es ist jedoch zu beachten, daß bei einer Anwendung dieser Methode die Möglichkeit der Kompensation vorhanden sein muß, damit sich die Mängel, die sich aus dem Aufbau des Index ergeben, zu einem guten Teil ausgleichen können. Daher müssen in dem betreffenden Versorgungsgebiet die ver-

schiedensten Industriegruppen vertreten sein, so daß eine gute Durchmischung der Abnehmerstruktur vorliegt. Darüber hinaus dürfte auch eine gewisse Mindestgröße des Versorgungsgebietes vorauszusetzen sein. Es ist jedoch nicht möglich, generelle Aussagen darüber zu machen, wann diese Voraussetzungen vorliegen. Das muß in jedem Einzelfall für sich entschieden werden.

Nettoproduktionsindices werden für West-Berlin, die hanseatischen Stadtstaaten und neuerdings auch schon für Großstädte in der Größenordnung zwischen 180 000 bis 200 000 Einwohnern ermittelt. Leider besteht keine Institution, die eine langfristige Prognose der Nettoproduktionsindices vornimmt und die Ergebnisse veröffentlicht. Auf Grund dieser zur Zeit vorhandenen Schwierigkeiten kann jedoch nicht gefolgert werden, daß der Index der industriellen Nettoproduktion als exogener Parameter ausscheidet; denn auch diese Schwierigkeiten können behoben werden. Schließlich ist es durchaus möglich, für größere Versorgungsgebiete einen Produktionsindex wenigstens für den Bereitstellungsabschnitt in Zusammenarbeit mit den Industrie- und Handelskammern in Zusammenarbeit mit den EVU durchgeführt werden. Es sind schon schwierigere Aufgaben gelöst worden!¹⁾

Der Verfasser hält es insgesamt gesehen nicht für gerechtfertigt, den Index der industriellen Nettoproduktion als Grundlage für künftige Strombedarfsprognosen für jedes Versorgungsgebiet durch generalisierende Begründungen abzulehnen. Es kann nicht unterstellt werden, daß die aus dem statistischen Aufbau des Nettoproduktionsindex resultierenden Bedenken, soweit sie nicht durch die oben angeführten

¹⁾ Unterlagen des Arbeitskreises "Statistische Methoden" beim VDEW (aus Juni 1960), die freundlicherweise von der Bewag zur Verfügung gestellt worden sind, ist zu entnehmen, daß beispielsweise in Frankreich das Generalkommissariat für Planung Vorausschätzungen des Produktionsindex vornimmt. Diese werden für schwache, mittlere und gute Wirtschaftsentwicklungen aufgestellt.

Maßnahmen ganz oder teilweise beseitigt werden können, bei sämtlichen kommunalen EVU ein entscheidendes Gewicht beizumessen ist. Schließlich ist auch zu beachten, daß es sich bei einem Teil der Bedenken um Schwierigkeiten handelt, die bei jeder Prognose auftreten, gleichgültig, welcher Methode man sich bedient.

Nachdem die wirtschaftliche Entwicklung wieder in ruhigere Bahnen einzumünden scheint, sollte man bei den kommunalen EVU überlegen, ob hier nicht eine Möglichkeit zur Verbesserung der Strombedarfsprognose gegeben ist. Dazu ist es jedoch erforderlich, zunächst probeweise Prognosen aufzustellen und ihre Ergebnisse an Hand der tatsächlichen Entwicklung zu kontrollieren. Man darf an die Aussagefähigkeit des Index der industriellen Nettoproduktion natürlich nicht zu hohe Anforderungen stellen. Prognosemethoden mit einem Garantieschein für ein genaues Ergebnis gibt es nicht. Ein Risiko ist stets vorhanden. Aber die Schwierigkeiten, die die Anwendung bestimmter Prognosemethoden in der Vergangenheit unmöglich machten, können in der Gegenwart bereits an Gewicht verloren haben. Nach Ansicht des Verfassers ist es voreilig, diese Methoden nach den bisherigen Erfahrungen, die wegen der Unvollständigkeit des statistischen Materials nicht ausreichen, abzulehnen.

B. Die Schätzung spezifischer Strombedarfsziffern

I. Die Bestimmung der Bezugsgrößen und die Schätzung ihrer Entwicklung

Mit jeder Bezugsgröße ist eine spezielle Methode verbunden. Die Bezugsgrößen schließen sich aber nicht gegenseitig aus. Denn auch durch die Wahl verschiedener Bezugsgrößen erhält man verschiedene Ergebnisse, die sich gegenseitig kontrollieren. Als Bezugsgrößen müssen für die Entwicklung des Strombedarf ausschlaggebende Faktoren gewählt werden, die für den weiteren Verlauf des Strombedarfs einen

Engpaß darstellen, so daß sich zum Teil andere, weniger wichtige Faktoren an dem als Bezugsgröße gewählten Faktor orientieren. Bei der auf einer Faktorspaltung aufbauenden Prognose muß auf die Wahl der Bezugsgröße daher eine besonders große Sorgfalt verwendet werden. Es sollten nur Faktoren herangezogen werden, die mit einer beachtlichen Sicherheit prognostizierbar sind. Aus diesem Grunde ist auch zu untersuchen, unter welchen Voraussetzungen die einzelnen Bezugsgrößen herangezogen werden können.

1. Globalprognose: Die Einwohner des Versorgungsgebietes

Der Strombedarf hängt neben anderen Faktoren auch von der Zahl der im Versorgungsgebiet ansässigen Einwohner ab, die schließlich eine Voraussetzung für den Strombedarf in jedem Sektor, gleichgültig ob Industrie, Haushalt, Gewerbe, Verkehr usw., darstellen. Auf einen engen Zusammenhang zwischen diesen beiden Größen weisen auch die hohen Korrelationskoeffizienten hin, die der Verfasser bei zehn ausgewählten Versorgungsgebieten in der Größenordnung zwischen rd. 40 000 und rd. 2 200 000 Einwohnern für die letzten zehn Jahre errechnete. Die Korrelationskoeffizienten (r) lagen, abgesehen von zwei Fällen, bei denen $r = 0,71$ bzw. $0,72$ betrug, zwischen $0,94$ und $0,99$. Bei den beiden Versorgungsgebieten mit den niedrigeren Koeffizienten lagen auf Grund von Bevölkerungsabwanderungen ungewöhnliche Verhältnisse vor. Es handelt sich dabei um West-Berlin und ein ländliches Versorgungsgebiet. Da es als eine allgemeine Konvention gilt, bereits $0,6$ als eine beachtliche, $0,7$ als eine starke, $0,8$ und $0,9$ als eine besonders hohe Korrelation zu bezeichnen, während der höchstens mögliche $r = + 1$ eine vollständige positive Korrelation bedeutet, die eine funktionale Eindeutigkeit angibt¹⁾, sind die

¹⁾ Flaskämper, Paul, a.a.O., S. 167

ermittelten Koeffizienten also ausgesprochen günstig. Nach Ansicht des Verfassers liegen die Koeffizienten zum Teil aber so hoch, daß sie sich in diesem Ausmaß ökonomisch nicht mehr sinnvoll interpretieren lassen. Denn für $r = 0,94$ und $0,99$ betragen die zugehörigen $r^2 = 0,88$ und $0,98$. Damit würden 88 % bzw. 98 % der gesamten Varianz des Strombedarfs in den betreffenden Versorgungsgebieten auf eine Änderung der Bevölkerungszahl zurückzuführen sein. Die Koeffizienten lassen jedoch immerhin den Schluß zu, daß sich die Einwohnerzahl als Bezugsgröße hervorragend eignet.

Die zwischen den Entwicklungen des Strombedarfs und der Bevölkerung aufgezeigten Zusammenhänge sind rein statistisch-empirisch und können nicht als kausal angesehen werden. Die Strammheit des Zusammenhanges kann nach einigen Jahren schon viel lockerer sein. Die Nachteile einer Globalprognose, über die schon bei der direkten Extrapolation berichtet worden ist, treten auch hier auf. Es ist außerdem sehr schwierig und problematisch, die in sämtlichen Sektoren künftig auftretenden Strombedarfsziffern, die schließlich nicht bei allen Verbrauchergruppen im gleichen Umfange von der Einwohnerzahl abhängen, mit Hilfe einer einzigen Zahl, nämlich je Kopf der Bevölkerung, auszudrücken.

Die Einwohnerzahl ist eine recht gut vorausschätzbare Grösse. Darin liegt unbestreitbar ein großer Vorteil dieser Methode. Der Verfasser untersuchte den Verlauf der Einwohnerzahl in zahlreichen Versorgungsgebieten verschiedener Größenordnung.¹⁾ Auffallend war, daß sich die Einwohner-

1) Die Zahlen wurden entweder den Veröffentlichungen der statistischen Ämter der Städte entnommen oder von den EVU zur Verfügung gestellt. Auf eine Wiedergabe der einzelnen Abbildungen mußte wegen ihres Umfanges verzichtet werden. Es kann außerdem als bekannt unterstellt werden, daß sich die Einwohnerzahlen gleichmäßig entwickeln.

zahl jeweils nach einer eigenen Gesetzmäßigkeit ungewöhnlich gleichmäßig entwickelte. Abrupte Änderungen waren im wesentlichen auf Kriege, Nachkriegserscheinungen und Wirtschaftskrisen zurückzuführen. In diesen Zeiten sind Prognosen ohnehin kaum durchführbar. Man greift dann ja auch vielfach zu dem Hilfsmittel der Kontingentierung.

Eine direkte Extrapolation der Einwohnerzahl ist nur sinnvoll, wenn angenommen werden kann, daß sich die in der Vergangenheit beobachteten Daten nicht bzw. in der gleichen Richtung wie bisher ändern.

Man kann heute im allgemeinen weiterhin damit rechnen, daß die Städte, und zwar vor allem die Großstädte, ihren Anziehungscharakter wegen der höheren Löhne und Gehälter sowie wegen des höheren Freizeitwertes, der sich auf Grund der umfangreichen kulturellen und sportlichen Veranstaltungen ergibt, nicht verlieren werden. Das drückt sich in den letzten Jahren namentlich durch den Bau von Trabantenstädten und Stadtrand siedlungen aus. Eine gute Grundlage für die Schätzung bieten die Wohnungsbautätigkeit, die einen gewissen Engpaß für die Höhe der Zuzüge darstellt, die für Wohngebiete im Generalbebauungsplan noch vorgesehenen Flächen und der Geburtenüberschuß. Diese Faktoren sind gut übersehbar. Nachdem der Flüchtlingsausgleich innerhalb der Bundesrepublik abgeschlossen und seit dem 13. August 1961 der Zugang weiterer Flüchtlinge ausgeblieben ist, dürfte in vielen Versorgungsgebieten mit einer Abschwächung des Bevölkerungswachstums zu rechnen sein. Diese Abschwächung läßt sich jedoch in einem gewissen Umfang bestimmen, wenn die bisherigen Zuwanderungen entsprechend aufgegliedert werden. Die statistischen Unterlagen dazu sind vorhanden.

Die Einwohnerzahl des Versorgungsgebietes ist bei einer globalen Prognose jedoch eine sehr grobe Bezugsgröße. Sie darf nur gewählt werden, wenn auf eine Unterteilung der gesamten Abnehmerschaft in Sektoren verzichtet werden

kann. Aus diesem Grunde ist diese Bezugsgröße nur in Versorgungsgebieten mit einer ausgereiften Verbraucherstruktur anwendbar. In der Gegenwart dürfte es jedoch noch kein Versorgungsgebiet geben, das dieser Voraussetzung genügt. Sowie die Möglichkeit besteht, daß sich die Anteile von Verbrauchergruppen, die eine unterschiedliche Stromintensität aufweisen, noch wesentlich verschieben können, ist eine auf der Einwohnerzahl als Bezugsgröße aufbauende Strombedarfsprognose mit erheblichen Unsicherheiten verbunden, weil sie über die in den einzelnen Sektoren vorhandenen Unterschiede hinweggeht.

Nach Ansicht des Verfassers dürfte diese Bezugsgröße in einem späteren Zeitpunkt bei solchen Großstädten anzuwenden sein, die eine Ballungssättigung aufweisen, weil dann für die nächsten Jahre keine umwerfenden Strukturänderungen mehr zu erwarten sind. Eine Ballungssättigung zeigt sich besonders durch den langsameren Zugang von Industrie- und Gewerbebetrieben. Inwieweit ein Zugang von größeren Betrieben noch möglich ist, kann aus dem Generalbebauungsplan bzw. Leitplan, über den heute wohl jede Stadt verfügt, auf Grund der noch nicht bebauten Gewerbe- und Industriegebiete ersehen werden. Die gleichen Verhältnisse können natürlich auch bei kleineren und mittleren Städten vorliegen. Da in Großstädten das Gesetz der grossen Zahl jedoch auf eventuelle Abweichungen von der bisherigen Entwicklung des Strombedarfs je Einwohner ausgleichend wirkt, und die Zugänge von Industriebetrieben aus bisher wenig oder überhaupt nicht vorhandenen Branchen die Verbraucherstruktur nicht unbedingt einschneidend zu ändern brauchen, ist in derartigen Versorgungsgebieten die Annahme, daß die gesamte Verbraucherstruktur nur sehr langsam variiert und sich die bisher aufgetretene Entwicklung im großen und ganzen fortsetzen wird, näherliegender als in kleineren Versorgungsgebieten.

Die Eignung der Einwohnerzahl als Bezugsgröße kann unter Umständen weiter beeinträchtigt werden, wenn sich das bisherige Verhältnis bzw. die Entwicklung des Verhältnisses zwischen Pendlergewinn bzw. Pendlerverlust und der Einwohnerzahl erheblich ändert. Aber auch in diesem Fall dürften keine abrupten Änderungen zu erwarten sein.

Einige kommunale Regional-EVU haben neben der Industrie, dem Gewerbe und den Haushalten in einem größeren Umfang auch landwirtschaftliche Betriebe zu versorgen. Für diese Gebiete ist es charakteristisch, daß der Anteil der Auspendler in fremde (großstädtische) Versorgungsgebiete an der Einwohnerzahl sehr hoch ist, so daß diese Bezugsgröße in diesen Fällen von vornherein nicht geeignet erscheint. Da die Landwirtschaft in den letzten Jahren im Verhältnis zu den übrigen Verbrauchergruppen sehr hohe Zuwachsraten aufzuweisen hat, muß für Versorgungsgebiete mit einem hohen Anteil landwirtschaftlicher Stromabnehmer eine Sektorenprognose durchgeführt werden. Eine Globalprognose scheidet aus.

Insgesamt gesehen hat diese Methode wegen ihrer engen Voraussetzungen kaum ein Anwendungsgebiet.

Die Bezugsgröße wurde eingehend erläutert, weil die auf ihr aufbauende Methode wegen ihrer großen Einfachheit in der Praxis hin und wieder angewendet wird, wobei der spezifische Strombedarf und teilweise auch die Einwohnerzahlen durch eine direkte Extrapolation geschätzt werden. Wie weiter oben schon beschrieben worden ist, weist diese Methode wegen ihrer globalen Anwendung jedoch zu große Unsicherheiten auf, als daß sie einen wesentlichen Fortschritt darstellen könnte. Sie kann aber unter den gleichen Voraussetzungen angewendet werden, die auch die Methode der direkten Extrapolation zulassen.

2. Sektorenprognose

a) Industrie und Gewerbe

(1) Bei homogenem Fertigungsprogramm: Die Erzeugniseinheiten

Ein homogenes Fertigungsprogramm liegt vor, wenn gleichartige Erzeugnisse hergestellt werden. Der Begriff ist im Sinne dieser Arbeit so weit gefaßt, daß auch noch Waren innerhalb desselben Sortimentes, zu deren Herstellung im großen und ganzen der gleiche Strombedarf je Einheit erforderlich ist, erfaßt werden.

Die Maßeinheit der Erzeugnisse ist für die Schätzung des spezifischen Strombedarfs die am besten geeignete Bezugsgröße, weil der Strombedarf einer Unternehmung mittelbar (Verwaltung, Lager usw.) oder unmittelbar durch die Produktion der Erzeugnisse ausgelöst wird und die künftige Produktion direkt und ohne jegliche Umrechnungen über Äquivalenzzahlen, die niemals so vollkommen sein können wie die ursprünglichen Erzeugniseinheiten, ausgedrückt werden kann.

Maßeinheiten lassen sich unter anderem für folgende Erzeugnisse finden:¹⁾

a) Tonne	Erz, Schwefelkies, Kali-Rohsalz
	Zement
	Roheisen, Stahlrohblöcke, Walzstahl,
	Bleche, Röhren, Stäbe
	Eisen-, Stahl- und Temperguß
	Nichteisenmetalle
	Düngemittel, Linoleum, Waschmittel,
	Seife

¹⁾ Nach Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland, 1962, a.a.O., S. 244 ff.

Holzschliff, Zellstoff, Papier, Pappe
Ton- und Töpferwaren
Glas und Glaswaren
Garn, Gespinstverarbeitung
Mehl, Nahrungsmittel

- b) Kubikmeter Schnittholz und andere Holzhalbwaren
- c) Quadratmeter Isolier- und Leichtbauplatten, Dachpappe, Fliesen, Gewebe
- d) Hektoliter Bier
- e) Stückzahl Bereifungen, Fernsehempfänger, Rundfunkempfänger, Kühlschränke, Schuhe (Paare), Mopeds, Motorräder, Fahrräder
- f) Rollen Tapeten

Bei der Prognose wird es jedoch nur in wenigen Fällen möglich sein, vom Strombedarf je Erzeugniseinheit auszugehen. Dafür sind zwei Gründe maßgebend. Erstens sind Industrie- und Gewerbebezweige mit einem homogenen Fertigungsprogramm sehr selten. Nicht überall liegen die Verhältnisse so eindeutig wie beispielsweise bei den Zementwerken und den Brauereien. Den Regelfall stellt das heterogene Fertigungsprogramm mit seinen verschiedenen Sortimenten dar. So werden zum Beispiel von der gleichen Unternehmung Fernsehgeräte und Rundfunkempfänger, Kühlschränke, Trockenrasierer, Alarmanlagen usw. gebaut. Würde jeweils nur ein Sortiment dieser Produkte hergestellt werden oder bliebe das Verhältnis zwischen den Herstellungsmengen der einzelnen Sortimente unverändert, wäre die Stückzahl eine durchaus geeignete Bezugsgröße. Um wieviel verwickelter liegen die Dinge erst bei den Betrieben der Eisen- und Stahlindustrie, der chemischen Industrie und der gesamten Investitionsgüterindustrie. In den kommunalen Versorgungsgebieten überwiegen ganz eindeutig die Unternehmungen mit einem heterogenen Fertigungsprogramm. Große Unternehmungen

mit einem homogenen Fertigungsprogramm, bei denen die Erzeugniseinheit als Bezugsgröße sehr gut angewendet werden kann, haben ihren Standort vielfach in ländlichen Gebieten und werden dort unmittelbar von den großen Verbundunternehmungen mit elektrischer Energie versorgt.

Der zweite Grund liegt in der schmalen Ausgangsbasis, den diese Bezugsgrößen in kommunalen Versorgungsgebieten aufzuweisen haben. Man kann zum Beispiel die Entwicklung des durchschnittlichen Strombedarfs je Tonne Zement für die ganze Bundesrepublik genauer prognostizieren als dies innerhalb eines Versorgungsgebietes der Fall ist, wo Zufälligkeiten das Ergebnis in einem stärkeren Umfange beeinträchtigen können.

Die künftige Produktion kann von dem kommunalen EVU nicht selbst geschätzt werden. Dieser Nachteil schließt jedoch nach Ansicht des Verfassers eine Anwendung dieser Bezugsgrößen nicht aus, weil die Höhe der künftigen Produktion in Zusammenarbeit mit den einzelnen Unternehmungen prognostiziert werden kann.

Trotz ihrer hervorragenden Eignung dürften die Erzeugniseinheiten als Bezugsgrößen nur in wenigen Fällen eine Anwendungsmöglichkeit haben.

(2) Bei heterogenem Fertigungsprogramm

(a) Die Arbeiter bzw. die Beschäftigten

Bei heterogenem Fertigungsprogramm kann der gesamte Strombedarf auf die Zahl der Arbeiter bzw. der insgesamt Beschäftigten bezogen werden. Die Entwicklung des durchschnittlichen jährlichen Strombedarfs je Arbeiter bzw. je Beschäftigten ist jedoch bei den einzelnen Industrie- und Gewerbebezügen erfahrungsgemäß sehr unterschiedlich. Für eine möglichst genaue Schätzung des künftigen Strombedarfs

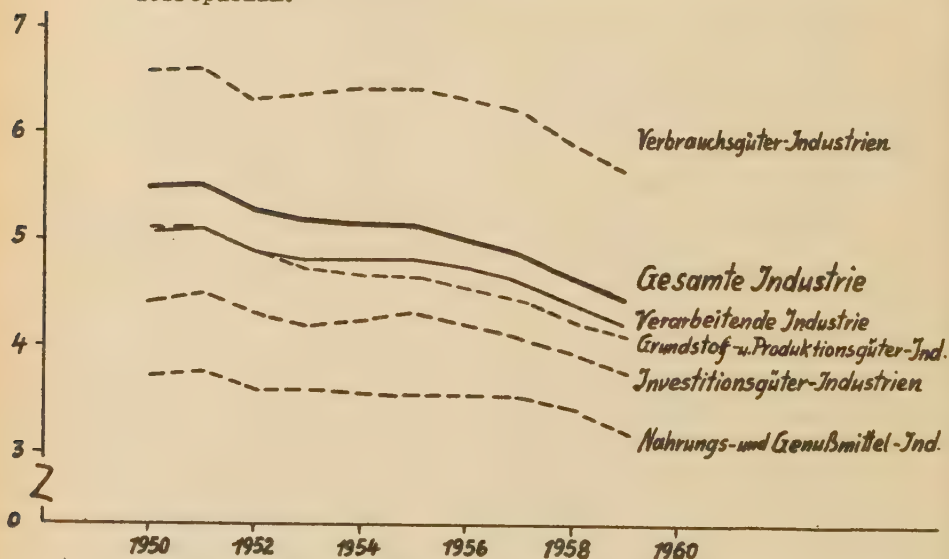
je Einheit der Bezugsgröße ist daher die Ermittlung des Verlaufs der Bezugsgröße in der Vergangenheit in den nach den jeweiligen Umständen zu bildenden Sektoren wichtig.

Die Bezugsgröße eignet sich besonders gut als Grundlage für die Strombedarfsprognose, weil die Zahl der künftigen Arbeiter bzw. Beschäftigten für jeden Industriezweig eine wesentliche Voraussetzung für die Ausweitung der Produktion darstellt. Schon aus diesem Grunde ist es recht sinnvoll, von diesem "Engpaßfaktor" auszugehen. Der Arbeitskräftemangel macht sich selbstverständlich in Wirtschaftszweigen mit niedrigen Löhnen und Gehältern zuerst und am stärksten bemerkbar. Es kann aber erwartet werden, daß es der Industrie vielfach immer noch möglich sein wird, sich die Arbeitskräfte - und sei es auch auf Kosten des Handwerks, des Handels, des öffentlichen Dienstes und der Landwirtschaft - zu beschaffen. Der Zustrom wird sich allerdings in den einzelnen Industrie- und Gewerbebezweigen in einem unterschiedlichen Ausmaß und Tempo verlangsamen, das ist eine gerade heute zu beobachtende Erscheinung. Um diese Entwicklung auch für die Zukunft prognostizieren zu können, muß eine Kenntnis über die bisherige Aufteilung der Arbeitskräfte auf die verschiedenen Industrie- und Gewerbesektoren für erforderlich gehalten werden.

Diese Bezugsgröße ermöglicht durch die Aufstellung entsprechend langer Zeitreihen und durch Vergleiche über die Entwicklung des spezifischen Strombedarfs je Einheit der Bezugsgröße mit anderen Industrie- und Gewerbebezweigen des gleichen Versorgungsgebietes oder mit gleichartigen Betrieben anderer inländischer Versorgungsgebiete oder auch des Auslandes eine Vielzahl von Beobachtungen. Außerdem können auch neue, heute noch nicht aufgenommene Produktionen erfaßt werden, wenn unterstellt wird, daß sich der Strombedarf je Einheit der Bezugsgröße im Rahmen der bisher beobachteten Zahlen hält.

Wenn zu erwarten ist, daß sich das Verhältnis zwischen der Zahl der Arbeiter und der Zahl der Angestellten erheblich ändert, wird es sinnvoller sein, den Strombedarf auf die insgesamt Beschäftigten zu beziehen als nur auf die Zahl der Arbeiter. Dieses Verhältnis hat sich besonders in den letzten Jahren durch die Übernahme bestimmter Arbeitergruppen in das Angestelltenverhältnis erheblich zu Gunsten der Angestellten verschoben. Aus diesem Grunde ist die in der Vergangenheit allgemein aufgetretene Erhöhung des Elektrizitätsbedarfs je Arbeiter nur teilweise als "echt" zu bezeichnen.

Abbildung 15 zeigt die Entwicklung des Verhältnisses Arbeiter zu Angestellten für einige Industriezweige der Bundesrepublik.¹⁾



¹⁾ VDEW, a.a.O., Anlage 1, S. 9

Die in den letzten zehn Jahren bei den einzelnen Industrie- und Gewerbebezügen beschäftigten Personen lassen sich über die Statistischen Ämter der Städte und Gemeinden bzw. über die Industrie- und Handelskammern ermitteln. Falls sich in dieser Frage aus irgendwelchen Gründen Schwierigkeiten ergeben sollten, kann sich das EVU durch eine Befragung der Abnehmer für spätere Prognosen eine eigene Statistik aufbauen.

Allerdings ist die Ermittlung der künftig in den verschiedenen Industrie- und Gewerbebezügen beschäftigten Personen mit einigen Problemen verbunden. In einem ersten Schritt muß die erwerbstätige Bevölkerung im Alter von 15 bis 65 Jahren geschätzt werden. Dabei ist zu unterstellen, daß die Zahl der infolge einer längeren beruflichen Ausbildung erst später berufstätigen Personen im Verhältnis zur Gesamtbevölkerung in den nächsten Jahren im wesentlichen unverändert bleibt. In einem zweiten Schritt muß geklärt werden, wie sich die erwerbstätige Bevölkerung auf die Landwirtschaft, Industrie- und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Kleingewerbe, Verkehr, Behörden usw. aufteilen wird. Man muß sich bei dieser Untersuchung an die bisherige Entwicklung halten, wobei davon auszugehen ist, daß die hier zur Diskussion stehenden Industriesektoren zugkräftiger als die anderen Sektoren sein werden. Auch bei der Aufteilung der innerhalb der Industrie Beschäftigten auf die verschiedenen industriellen Sektoren wird man von der bisherigen Entwicklung der in den einzelnen Sektoren tätigen Erwerbspersonen ausgehen müssen. Eine andere Methode erscheint im Hinblick auf die Unsicherheit, die eine vom bisherigen Verlauf abweichende Schätzung mit sich bringen muß, nicht zweckmäßig zu sein. Sofern die künftige Entwicklung der Bezugsgröße in den einzelnen Sektoren nicht übersehbar sein sollte, bleibt als Ausweg nur eine Verminderung der Sektoren.

Schließlich ist bei der Zahl der Beschäftigten auch eine Hypothese über die Entwicklung des Pendlergewinnes oder -verlustes zu setzen, einer schwer prognostizierbaren Größe, deren Verlauf praktisch nur aus der Vergangenheit abgeleitet werden kann. Sofern im Versorgungsgebiet Industriezweige ansässig sind, die in einem größeren Umfange Fremdarbeiter einsetzen können, müssen auch für den Verlauf dieses Faktors bestimmte Annahmen aufgestellt werden. Die Zahl der Fremdarbeiter ist nur sehr schwer zu prognostizieren. Eine gewisse Tendenz für mögliche Entwicklung dieses Faktors läßt sich wohl durch Kontakte mit den Industriebetrieben und den Industrie- und Handelskammern ermitteln.

(b) Die Arbeiter- bzw. die Beschäftigtenstunden

Bei dieser Bezugsgröße treten im einzelnen die gleichen Probleme auf wie bei den Arbeitern bzw. den Beschäftigten. Der Vorteil der Stunden als Bezugsgröße liegt in der besseren Vergleichbarkeit mit dem entsprechenden spezifischen Strombedarf gleichartiger Fremdbetriebe, weil in den meisten Veröffentlichungen diese Bezugsgröße gewählt wird. Auch läßt sich die Auswirkung des in letzter Zeit sehr wichtigen Faktors Arbeitszeitverkürzung mit Hilfe dieser Bezugsgröße leichter berücksichtigen.

Die Aufbereitung dieser Bezugsgröße bereitet allerdings mehr Arbeit, weil die örtlichen Statistiken vielfach nur die Zahl der Arbeiter und der Beschäftigten ausweisen, so daß noch entsprechende Umrechnungen erforderlich sind. Die Zahl der Arbeitsstunden (Arbeitsvolumen) wird ermittelt, indem die Zahl der Beschäftigten mit den Arbeitsstunden je Woche und den jährlichen Arbeitswochen multipliziert wird. Um das künftige Arbeitsvolumen möglichst genau zu ermitteln, müssen Hypothesen über die von den Gewerkschaften durchgesetzten künftigen wöchentlichen Arbeits-

zeitverkürzungen und Urlaubsverlängerungen gesetzt werden. Abbildung 18 zeigt die Entwicklung des Index der geleisteten Arbeiterstunden je Arbeiter und Jahr seit 1950 für verschiedene Industriegruppen. Der Index weist für sämtliche Gruppen eine rückläufige Entwicklung auf. Daß dagegen die Zahl der insgesamt Beschäftigten bis auf den Bergbau bei allen Industriegruppen mehr oder weniger stark gestiegen ist, kann als eine bekannte Tatsache unterstellt werden, die im einzelnen nicht nachgewiesen zu werden braucht. Die abnehmende Tendenz des Index setzt bei sämtlichen Industriegruppen ab 1955/56 ein. Die Entwicklung ist damit im wesentlichen auf die Arbeitszeitverkürzung zurückzuführen.

(c) Der Nettoproduktionswert

Der Strombedarf von Unternehmungen mit unterschiedlichem Fertigungsprogramm kann auch auf 1000 DM Nettoproduktionswert bezogen werden. Zur Ermittlung des Nettoproduktionswertes muß man vom Bruttoproduktionswert ausgehen. Dieser "umfaßt begrifflich den Gesamtwert der in dem beobachteten Zeitraum hergestellten, zum Absatz bestimmten Erzeugnisse einschließlich der selbsterstellten Anlagen und der sogenannten "angefangenen Arbeiten"¹⁾. Von diesem Bruttoproduktionswert werden abgezogen²⁾:

1. Der Materialverbrauch, also die Aufwendungen für die verbrauchten fremdbezogenen Rohstoffe, Halbfabrikate, Hilfs- und Betriebsstoffe.

2. Aufwendungen für vergebene Lohnarbeiten. Diese Beträge können jedoch nur annähernd ermittelt werden.

1) Statistisches Bundesamt Wiesbaden, Die Industrie der Bundesrepublik Deutschland, Sonderheft 7, Brutto- und Nettoproduktionswerte der Industrie im Jahre 1950, S. 4

2) Statistisches Bundesamt Wiesbaden, a.a.O., S. 4

Der Nettoproduktionswert stellt nicht die Wertschöpfung der Unternehmungen dar, weil die Instandhaltungsarbeiten und Reparaturen, die Arbeiten fremder Dienstleistungsbetriebe und die verbrauchsbedingten Abschreibungen enthalten sind.

Bei steigenden oder fallenden Preisen muß der Nettoproduktionswert preisbereinigt werden.

Die Bezugsgröße Nettoproduktionswert führt bei der Bildung entsprechender Zeitreihen zu einer Vielzahl von Beobachtungen, die eine Voraussetzung für die Schätzung der weiteren Entwicklung darstellen. Außerdem können die spezifischen Strombedarfszahlen mit denjenigen gleicher Industriegruppen des Auslandes verglichen werden, bei denen sich die Fertigung schon in einem fortgeschritteneren Stadium befindet. Insoweit liegen etwa die gleichen Verhältnisse vor wie bei den Bezugsgrößen Beschäftigte bzw. Beschäftigtenstunden.

Der Nettoproduktionswert ist nur mit einem sehr großen Arbeitsaufwand zu errechnen. Unter den heutigen Umständen erscheint seine Ermittlung nur in wenigen großen Städten gesichert. Das hat natürlich nichts mit dieser Methode an sich zu tun, weil das statistische Problem durchaus lösbar ist. Es fragt sich jedoch, ob sich der Aufwand lohnt. Diese Frage wird man vor allem bei Regionalwerken, die verschiedene Gemeinden mit elektrischer Energie versorgen, verneinen müssen. Die Entwicklung dieser Bezugsgröße ist außerdem recht schwierig zu schätzen, weil der Nettoproduktionswert selbst keinen Engpaß für die künftige Produktionsentwicklung darstellt. Es wird daher in vielen Fällen kaum etwas anderes übrig bleiben, als eine exakte oder reichlich intuitive Trendextrapolation vorzunehmen, sofern man die Höhe der künftigen Nettoproduktionswerte nicht auf Grund einer zusätzlich durchgeführten Schätzung der Beschäftigten abzugrenzen versucht. Es erscheint jedoch

sehr fraglich, ob den auf diesem Wege gewonnenen Ergebnissen eine höhere Aussagekraft beigemessen werden kann, als denjenigen Ergebnissen, die sich bei einer unmittelbaren Heranziehung der Beschäftigten ergeben.

(d) Der Umsatz

Im Vergleich zum Nettoproduktionswert sind die Zeitreihen für die Bezugsgröße Umsatz leichter zu ermitteln. Es kann auch durchaus angenommen werden, daß die entsprechenden Zahlen auch in den mittleren Großstädten vielfach vorliegen oder wenigstens zu errechnen sind, zumal die Umsätze für die Umsatzsteuererklärungen ohnehin angegeben werden müssen. Aber auch bei dieser Bezugsgröße sind die kommunalen Regionalwerke wieder benachteiligt, weil die in den verschiedenen Gemeinden anfallenden Umsätze nur mit sehr viel Mühe mit den einzelnen industriellen Sektoren abgestimmt werden können.

Ein Nachteil der Bezugsgröße liegt in ihrer teilweisen Abhängigkeit von der Preispolitik der Unternehmungen. Das EVU hat keine Möglichkeiten, über die Auswirkung der Preispolitik in der Vergangenheit irgendwelche Annahmen zu treffen. Die sich auf Grund der allgemeinen Preisentwicklung ergebenden Preisänderungen können mit einer Deflationierung oder Inflationierung der Umsätze im großen und ganzen preisbereinigt werden. Für die Schätzung der künftigen Umsätze ergeben sich allerdings die gleichen Schwierigkeiten wie bei den Nettoproduktionswerten.

(e) Ergebnis

Bei sämtlichen Bezugsgrößen ist eine den jeweiligen Umständen angepaßte Sektorenbildung und die Aufstellung von Zeitreihen zwar grundsätzlich möglich, jedoch sind bei der Ermittlung der Nettoproduktionswerte und der Umsätze

wegen der nicht immer vollständigen statistischen Unterlagen in der Praxis häufig Schwierigkeiten vorhanden. Diese ergeben sich insbesondere bei den Regionalwerken durch die Versorgung verschiedener Gemeinden. Hier dürfte es in der Praxis nicht möglich sein, die Nettoproduktionswerte oder auch nur die Umsätze für sämtliche Industrie- und Gewerbebetriebe zu ermitteln und mit den einzelnen Sektoren abzustimmen, weil die entsprechenden Unterlagen besonders von den kleinen Gemeinden nicht zur Verfügung gestellt werden können. Dagegen wird es stets möglich sein, auf die Zahl der Beschäftigten und der Arbeiter zurückzugreifen.

Durch die Vielzahl der Beobachtungen ist bei allen Bezugsgrößen eine wesentliche Voraussetzung für die Prognose ihrer künftigen Entwicklung gegeben. Gewisse Unterschiede ergeben sich ganz generell zwischen den mengenmäßigen Bezugsgrößen und den sogenannten wertmäßigen Bezugsgrößen (Nettoproduktionswert und Umsatz). Die mengenmäßigen Bezugsgrößen bieten die günstigeren Voraussetzungen für die Prognose des spezifischen Strombedarfs, weil eine bessere Vergleichbarkeit mit dem Strombedarf von Betrieben der gleichen Branche, die bereits über modernere Fertigungsverfahren verfügen, vorhanden ist. Der künftige Strombedarf kann in diesen Fällen teilweise mit Hilfe des Analogieschlusses fixiert werden. Bei den beiden wertmäßigen Bezugsgrößen sind infolge der Preisschwankungen keine so günstigen Voraussetzungen gegeben. Die wertmäßigen Bezugsgrößen können auch nur angewendet werden, wenn unterstellt werden kann, daß die Industrie in der Zukunft Arbeitskräfte in dem erforderlichen Umfang zur Verfügung hat, oder daß sich eine in der Vergangenheit bereits beobachtete Entwicklung des Arbeitsmarktes fortsetzen wird. Anderenfalls müßte man in der Entwicklung der wertmäßigen Bezugsgrößen auch die künftige Lage auf dem regionalen Arbeitsmarkt berücksichtigen, die sich beispielsweise in einer ganz be-

stimmten Verlangsamung - des Umsatzes ausdrücken kann. Es erscheint unter diesen Umständen jedoch sinnvoller, die Arbeiter bzw. die Beschäftigten oder die entsprechenden Stunden unmittelbar zugrunde zu legen.

Die Ausführungen haben auch gezeigt, daß eine Verfeinerung der Prognose nur durch die Aufstellung einer Vielzahl von Hypothesen möglich ist. Dadurch ergeben sich aber immer wieder Möglichkeiten für Fehlerbildungen. Es erscheint daher wenig sinnvoll, bei der Prognose der Bezugsgrößen zu sehr in die Einzelheiten zu gehen.

Einer an sich möglichen Verbesserung der Genauigkeit des Prognoseergebnisses stellen sich immer wieder Schwierigkeiten infolge der Unzulänglichkeit des vorhandenen statistischen Materials entgegen. In diesem Zusammenhang ist es erforderlich und auch durchaus denkbar, daß bestimmte Institutionen wie Industrie- und Handelskammern und Statistische Ämter gesetzlich verpflichtet werden, den größeren kommunalen EVU gewisse Hilfen zu leisten, um eine Prognose des Strombedarfs zu erleichtern.

Bei einer tiefer gegliederten Sektorenprognose kann es durchaus richtig sein, für die einzelnen Sektoren unterschiedliche Bezugsgrößen zu wählen.

b) Haushalt

(1) Die Einwohner

Als Bezugsgröße bieten sich zunächst die Einwohner an, die einen entscheidenden Faktor für die Entwicklung des Haushaltsstrombedarfs darstellen. Das bestätigen auch die hohen Korrelationskoeffizienten (r), die bei fünf untersuchten Städten mit 150 000 bis 650 000 Einwohnern zwischen 0,94 und 0,97 (r^2 zwischen 0,88 und 0,94) lagen. Für die Berechnung von r wurden jeweils die Angaben von zehn Jahren herangezogen. Wie schon unter Abschnitt B I 1 dieses

Paragrafen ausgeführt worden ist, läßt sich diese Bezugsgröße ausgezeichnet prognostizieren.

(2) Die Wohnungseinheiten

Für den Haushaltsstrombedarf stellen die Wohnungseinheiten eine noch logischere Bezugsgröße als die Einwohner dar, weil Zahl und Zusammensetzung der Elektrogeräte, von denen der Strombedarf der Haushaltungen ja letztlich ausgelöst wird, in ausschlaggebender Weise von der Zahl der Wohnungen abhängen. Die Wohnungseinheiten berücksichtigen auch gewisse Strukturänderungen, die sich infolge der durchschnittlichen Entwicklung der Einwohner je Wohnungseinheit und der umfangreicheren Ausstattung der Neubauwohnungen mit Elektrogeräten ergeben. So verminderte sich beispielsweise in Münster (Westfalen) die Zahl der Einwohner je Wohnungseinheit von 1952 bis 1959 von 5,0 auf 3,5. Das ist immerhin ein Rückgang von 30 %¹⁾. Diese Strukturänderung ist für den Strombedarf selbstverständlich nicht ohne Einfluß. Die Korrelationskoeffizienten zwischen dem Haushaltsstrombedarf und den Wohnungseinheiten wurden für die gleichen Städte wie oben ermittelt. Sie lagen zwischen 0,86 und 0,98 (r^2 zwischen 0,74 und 0,96).

Die Schätzung dieser Bezugsgröße dürfte keine großen Schwierigkeiten bereiten, weil der Zugang an Wohnungen von der Leistung des Baugewerbes abhängt, die auf Grund von Erfahrungen aus der Vergangenheit recht gut beurteilt werden kann. Der Bau von Großsiedlungen (Trabantenstädte) ist durch die langwierigen Projektierungsarbeiten mindestens für den Bereitstellungsabschnitt des Prognosezeitraumes bekannt.

1) Nach einer unveröffentlichten Untersuchung "Die Entwicklung der Stadtwerke Münster (Westf.) seit der Währungsreform bis Ende 1959".

(3) Haushaltungen

Wenn in vielen Wohnungen mehrere Mietsparteien wohnen, kommen auch die Haushaltungen als Bezugsgröße in Betracht, weil in jeder Haushaltung mindestens durch den Licht- und Radiostrombedarf in einem gewissen Umfange ein fixer Strombedarf auftritt. Mit der fortschreitenden Wohnungsbau-tätigkeit dürfte sich die Zahl der Haushalte jedoch immer mehr der Zahl der Wohnungen anpassen. So waren beispielsweise in West-Berlin 1950 bei rd. 971 000 Haushaltungen rd. 267 000 Wohnungen weniger vorhanden, 1961 stellte sich die Differenz bei rd. 1 030 000 Haushaltungen nur noch auf rd. 158 000 Einheiten.¹⁾

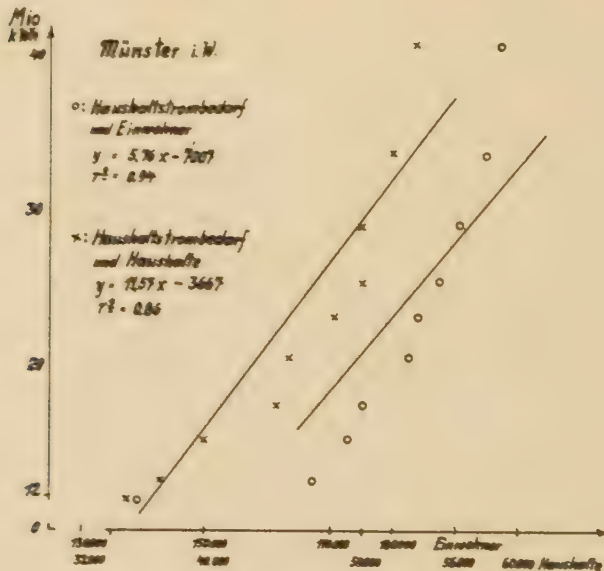
(4) Ergebnis

Die drei für die Prognose des spezifischer Haushaltsstrombedarfs in Frage kommenden Bezugsgrößen sind recht gut prognostizierbar. Sie stellen wesentliche Voraussetzungen für das Auftreten des Haushaltsstrombedarfs dar und können deshalb sämtlich als Bezugsgrößen herangezogen werden. Einen gewissen Vorteil genießen die Wohnungseinheiten, weil sie Zahl und Zusammensetzung der installierten Elektrogeräte wesentlich bestimmen. Dennoch traten gerade zwischen dem Haushaltsstrombedarf und den Wohnungseinheiten zum Teil niedrigere Korrelationskoeffizienten auf als zwischen dem Haushaltsstrombedarf und den Einwohnern. Das dürfte hauptsächlich auf die immer umfassendere Ausstattung der Wohnungen, und zwar insbesondere der Neubau-wohnungen, mit Elektrogeräten zurückzuführen sein, die zu raschen Strukturänderungen führen. Die bei den Wohnungseinheiten teilweise niedriger ausgefallenen Korrelationskoeffizienten führen nur bei einer rein formalen Betrachtung

¹⁾ Quelle: Statistisches Jahrbuch der Stadt Berlin, 1952, S. 38 und 143
dergl., 1962, S. 33 und 182

tung zu der Ansicht, daß der Zusammenhang lockerer ist als zwischen Haushaltsstrombedarf und den Einwohnern, denn auf Grund logischer Überlegungen müssen die Wohnungseinheiten für den Strombedarf kausaler sein.

Abbildung 16 zeigt den Zusammenhang zwischen dem Haushaltsstrombedarf und den Einwohnern bzw. Haushaltungen für Münster. Die eingetragenen Trendlinien sind entsprechend der linearen Funktion $y = a + bx$ errechnet. Die Exponentialfunktion $y = a \cdot b^x$ würde sich den Ursprungswerten besser anpassen. Man kann sie ohne nähere Berechnungen nach der zeichnerischen Methode eintragen.



c) Handel, Dienstleistungen, Kleingewerbe

Dieser Sektor ist bezüglich seiner Zusammensetzung und der Höhe des Strombedarfs der einzelnen Strombedarfsträger sehr heterogen. Eine Aufteilung des Sektors hat aber im Regelfall keinen Sinn, weil sich zu kleine Sektoren ergeben würden. Eine gewisse Schwierigkeit tritt auch infolge der häufig vorkommenden Übernahme der größeren Betriebe dieses Sektors in den Sektor Industrie, Gewerbe auf.

Als Bezugsgrößen kommen zwar Nettoproduktionswert und Umsatz sowie die Beschäftigten in Betracht, jedoch dürften Nettoproduktionswert und Umsatz in der Praxis kaum zu ermitteln sein. Da der Strombedarf dieses Sektors gegenüber dem bei der Industrie und dem Gewerbe sowie den Haushaltungen auftretenden Bedarf erfahrungsgemäß erheblich zurücktritt, sollte man auf diesen ohnehin nur schwer übersehbaren Sektor möglichst wenig Arbeit verwenden und daher auch nur die am leichtesten zu ermittelnde Bezugsgröße, die Beschäftigten, wählen, sofern die Anwendung der Methode der indirekten Extrapolation überhaupt notwendig erscheint.

d) Die Landwirtschaft

Für diesen Sektor können die ländlichen Einwohner, die Beschäftigten und die landwirtschaftlich genutzte Fläche (ha) als Bezugsgrößen herangezogen werden. Die auf dem Land ansässige Bevölkerung ist jedoch nur zu einem Teil in der Landwirtschaft tätig. Außerdem wandert ein immer größer werdender Teil der ländlichen Bevölkerung in die Industrie und das Gewerbe ab. Diese Entwicklung ist besonders durch den Bau industrieller Betriebsstätten in ländlichen Gegenden schlecht zu übersehen. Aus diesem Grunde stellen die ländlichen Einwohner unter den heutigen Verhältnissen keine günstige Bezugsgröße dar. Das gleiche gilt sinngemäß auch für die in der Landwirtschaft Beschäftigten.

Die landwirtschaftlich genutzte Fläche ist nicht wie die übrigen Bezugsgrößen dynamisch, sondern statisch. Das Hektar bietet jedoch gute Voraussetzungen für einen Vergleich des landwirtschaftlichen Strombedarfs mit anderen Ländern bzw. Versorgungsgebieten.

e) Der Verkehr

Als Bezugsgröße kommt lediglich die Zahl der gefahrenen Kilometer in Frage. Diese werden aus der Länge des elektrifizierten Streckennetzes und der Häufigkeit seiner Bedienung errechnet. Die Zahl der gefahrenen Kilometer ist eine sich erfahrungsgemäß nur langsam ändernde Größe. In Städten mit U- und S-Bahnbetrieb, bei denen der Verkehrsstrom einen wichtigen Faktor bilden kann, sind wesentliche Änderungen des Streckennetzes durch die Projektierungs- und Bauarbeiten schon Jahre vorher bekannt.

f) Behörden, Eigenbedarf, Sonstige

Für diesen heterogenen und kleinen Sektor wird sich kaum eine geeignete Bezugsgröße finden lassen. Da dieser Sektor bei einer Prognose des Strombedarfs von völlig untergeordneter Bedeutung ist, kann man auf eine Anwendung der indirekten Extrapolation durchaus verzichten und statt dessen die Methode der direkten Extrapolation heranziehen.

II. Die Schätzung des spezifischen Strombedarfs je Einheit der Bezugsgröße

1. Die Berücksichtigung des Einflusses außergewöhnlicher Ereignisse

Als außergewöhnliche Ereignisse sind Vorkommnisse anzusehen, die als Einzelfall einen erheblichen Strombedarf auslösen werden bzw. ausgelöst haben. Die außergewöhnlichen

Ereignisse sind keine Störungsfaktoren, die es aus der Strombedarfsprognose völlig zu eliminieren gilt. Es handelt sich vielmehr um eine besondere Form der Faktoruntersuchung. Es soll der Einfluß von Vorgängen, mit deren Wiederholung innerhalb des Prognosezeitraumes, und zwar mindestens im Bereitstellungsabschnitt, nicht gerechnet werden kann, zunächst aus der Prognose ausgeschlossen werden, weil die Übersichtlichkeit der Strombedarfsentwicklung sonst gestört wird. In einem späteren Arbeitsgang, auf den noch zurückzukommen ist, muß dann der Einfluß der außergewöhnlichen Ereignisse wieder in die Prognose hineingenommen werden.

Außergewöhnliche Ereignisse entstehen besonders bei den großen Sektoren Industrie, Gewerbe und Haushalt, aber unter Umständen je nach Größe des Sektors auch bei Handel und Verkehr. Typische Fälle sind die Inbetriebnahme oder Stilllegung großer und mittlerer Industriebetriebe, die Fertigstellung von Siedlungen und eventuell auch großen Kaufhäusern. Was im Einzelfall als außergewöhnliches Ereignis angesehen werden muß, kann nur aus der Sicht des jeweiligen Versorgungsgebietes heraus entschieden werden. Es muß sich jedoch um Vorgänge handeln, die in ihrer Auswirkung für das betreffende Versorgungsgebiet und den jeweiligen Sektor gravierend sind.

Bei der Vergangenheitsanalyse muß der auf die außergewöhnlichen Ereignisse zurückzuführende Strombedarf aus der Strombedarfsentwicklung des Beobachtungszeitraumes herausgenommen und auf ein besonderes "Konto" übernommen werden. Man darf aber den Strombedarf jährlich nur in der Höhe herausnehmen, die dem Strombedarf entspricht, der im ersten Jahr nach der Inbetriebnahme des betreffenden Projektes aufgetreten ist. Die sich darüber hinaus aus dem Projekt ergebende weitere jährliche Erhöhung des Strombedarfs, die auf einer sukzessiven Produktionserhöhung, Mechanisierung, Verfahrensänderung usw. beruht, muß bereits

als Teil der laufenden Entwicklung betrachtet werden. Die Quantifizierung der außergewöhnlichen Ereignisse ist nicht schwierig, weil die entsprechenden Abnehmer und deren Bedarf bekannt sind.

Die Erhöhung des Strombedarfs durch außergewöhnliche Ereignisse wird sich nur selten durch einen scharfen Knick in der Kurve der Strombedarfsentwicklung bemerkbar machen. Meistens ziehen sich die auf die außergewöhnlichen Ereignisse zurückzuführenden Erhöhungen über mehrere Jahre hin. Das ist besonders gefährlich, weil man so leicht wesentliche Faktoränderungen gegenüber früheren Perioden übersieht. Für die gleichmäßige Entwicklung sind zwei Gründe maßgebend. Einmal vollzieht sich die Produktionsaufnahme großer Betriebe und vor allem der Bau großer Siedlungsvorhaben in oft mehrjährigen Teilabschnitten, so daß der daraus resultierende Strombedarf nach und nach ausgelöst wird. Außerdem verteilt sich auch der Strombedarf für jeden Teilabschnitt auf zwei Jahre, weil das erste Jahr der Inbetriebnahme bzw. der Fertigstellung nie gerade 12 Monate umfaßt. Darüber hinaus besteht natürlich die Gefahr, daß sogar außergewöhnliche Ereignisse sich nicht bemerkbar machen, wenn Kompensationen vorliegen.

Künftige außergewöhnliche Ereignisse werden auf die gleiche Art und Weise berücksichtigt. Größere Betriebe, um die es hier ja geht, entstehen nicht von heute auf morgen. Vor der eigentlichen Bauzeit besteht noch eine Planungszeit, so daß dem EVU noch eine Anpassungszeit verbleibt, um den benötigten Strom eventuell von einem anderen EVU zu kaufen. Der entsprechende Strombedarf kann in Zusammenarbeit mit dem künftigen Abnehmer geschätzt werden. Auch dieser Betrag ist auf das oben angeführte "Konto" zu übernehmen. Das Risiko, das in dem Zugang künftiger außergewöhnlicher Ereignisse besteht, muß eben hingenommen werden. Glücklicherweise ist die völlig unerwartete Inbetriebnahme größerer Betriebe heute selten geworden. Der Schwerpunkt

der Berücksichtigung außergewöhnlicher Ereignisse liegt ganz klar bei der Vergangenheitsanalyse.

Eine Verminderung des Strombedarfs infolge eines außergewöhnlichen Ereignisses ist sehr selten. Die Berücksichtigung einer in der Vergangenheit aufgetretenen Verminderung ist unproblematisch. Künftige Einbußen können kaum vorhergesehen werden, weil diese Ereignisse im Regelfall sehr überraschend eintreten.

Die auf dem besonderen "Konto" stehenden kWh werden dem prognostizierten Strombedarf, der sich aus dem Produkt der Bezugsgrößen und des spezifischen Strombedarfs errechnet, wieder jährlich hinzugesetzt, um das Endergebnis zu erhalten.

Eine Untersuchung, ob in der Vergangenheit außergewöhnliche Ereignisse vorgelegen haben, sollte zu jeder Strombedarfsprognose gehören. Es besteht sonst leicht die Gefahr, daß an wesentlichen Faktoränderungen vorbeigegangen wird. Denn hinter einer gleichmäßigen Entwicklung können sich die unterschiedlichsten Faktoren verbergen. Bei der Schätzung des spezifischen Strombedarfs trägt dieser Teil der Faktoranalyse dazu bei, den Korridor, in dem der künftige Strombedarf erwartet wird, näher einzuengen.

2. Die Ermittlung des spezifischen Strombedarfs für die Vergangenheit

Dieser Arbeitsvorgang ist nicht schwierig. Für die Bestimmung des Beobachtungszeitraumes, die Eliminierung eventueller Störungsfaktoren und die Trendberechnung gelten die bei der direkten Anwendung der Extrapolation gemachten Ausführungen sinngemäß (Kapitel III, § 2). Wegen der erheblichen Strukturänderungen, die nach dem zweiten Weltkrieg in allen Wirtschaftszweigen aufgetreten sind, sowie auch wegen des untypischen Wachstums in den ersten Nachkriegsjahren, wird man den Beginn eines geeigneten Beobachtungs-

zeitraumes im allgemeinen erst zwischen 1950 und 1953 ansetzen können. In den Abbildungen 17 sind einige Zeitreihen spezifischer Strombedarfsziffern für verschiedene kommunale Versorgungsgebiete und unterschiedliche Bezugsgrößen wiedergegeben. Auch bei diesen Beispielen ist die Gleichmäßigkeit der Entwicklung wieder ein hervorstechendes Merkmal.

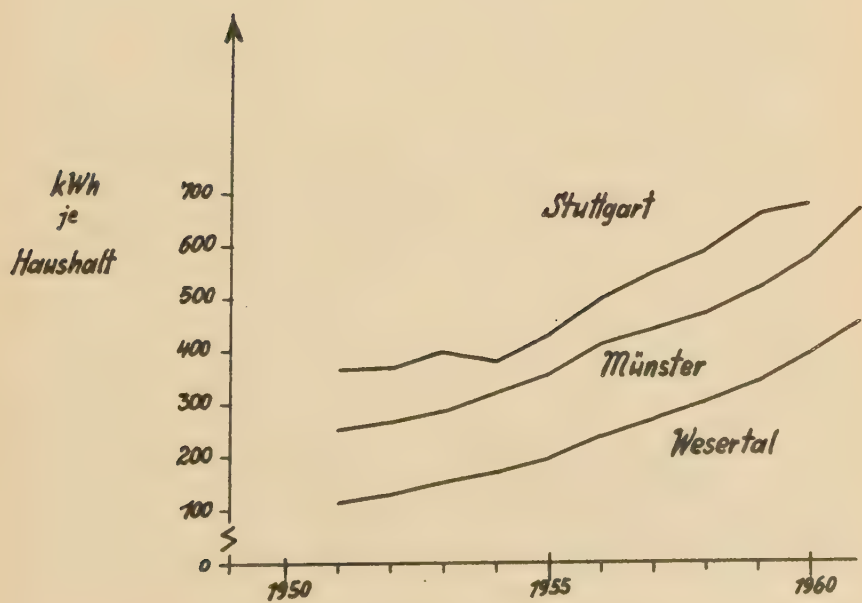
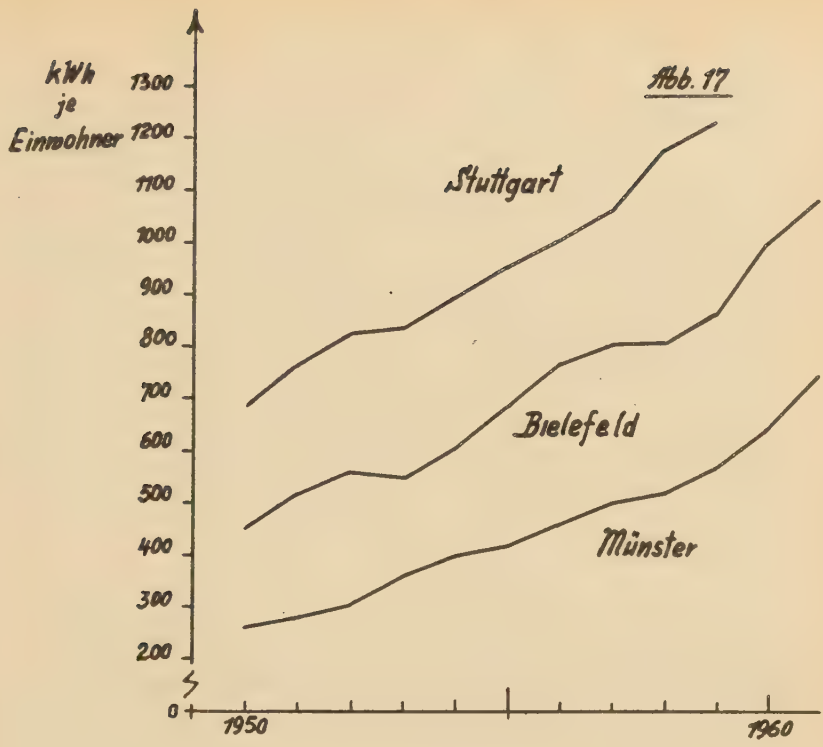
3. Gesichtspunkte für die Bestimmung der heranzuziehenden Faktoren unter Berücksichtigung der Möglichkeiten einer Quantifizierung ihres Einflusses

a) Gesichtspunkte für die Auswahl der Faktoren

Auf längere Sicht wird der Strombedarf der einzelnen Sektoren von sämtlichen Faktoren (vgl. § 1, B dieses Kapitels) beeinflusst, wenn auch in einem sehr unterschiedlichen Ausmaß. Unter § 2 dieses Kapitels wurde bereits ausgeführt, daß es weder angebracht noch möglich ist, alle Faktoren zu prognostizieren und ihren Einfluß auf den Strombedarf einzeln zu quantifizieren. Es wurde vorgeschlagen, die Entwicklung des Strombedarfs an Hand eines ausschlaggebenden Faktors, der Bezugsgröße, zu prognostizieren und darüber hinaus noch andere Faktoren heranzuziehen, die den Strombedarf je Einheit der Bezugsgröße (spezifischer Strombedarf) für die einzelnen Jahre des Prognosezeitraumes näher bestimmen sollen. Die folgenden Ausführungen gelten diesen zusätzlich zu berücksichtigenden Faktoren.

Der Verfasser schlägt vor, diese Faktoren in zwei Arten zu unterteilen, nämlich die einzeln und die nur in einer Gruppe zu beurteilenden Faktoren. Einzeln sollen nur solche Faktoren beurteilt werden, deren Einfluß in einem gewissen Umfang selbständig quantifizierbar ist. Es muß sich also schon um gewichtige Faktoren handeln. Die restlichen Faktoren werden daher sämtlich zu einer Gruppe

Abb. 17



zusammengefaßt. Aber auch die Schätzung des Einflusses, den diese Gruppe künftig auf den Strombedarf ausübt, kann nur durchgeführt werden, wenn man diese Gruppe an Hand einiger ausgewählter Faktoren beurteilt. Denn es wäre sinnlos, sämtliche Faktoren der Gruppe berücksichtigen zu wollen, um deren Einfluß zu ermitteln. Nicht unmittelbar berücksichtigt werden sollten Faktoren, die nur langfristig wirken oder andere Faktoren beeinflussen, wie beispielsweise die Strompreise den Bedarf aller Sektoren. Das gleiche gilt für Faktoren, die nur auf Grund gewagter Annahmen vom EVU prognostiziert werden können, wie es bei Änderungen der Produktionsprogramme und bestimmten Änderungen der Herstellungsverfahren (zum Beispiel Umstellung des Bezuges von Rohstoffen auf den Bezug von Halbfabrikaten) der Fall sein kann.

Die Zusammenfassung mehrerer Faktoren in einer Gruppe führt zur Bildung eines Gruppenfaktors, dessen Einfluß auf den Strombedarf in einer Zahl ausgedrückt wird. Dabei ist es unerheblich, daß die zusammengefaßten Faktoren im einzelnen eine unterschiedliche Bedeutung haben können. Bei den kleineren Sektoren ist die vorgeschlagene Unterteilung der Sektoren allerdings nicht zweckmäßig.

b) Die Quantifizierung des Einflusses der Faktoren

Die Möglichkeiten einer Quantifizierung des Zusammenhanges zwischen der Entwicklung der Faktoren und dem Strombedarf sind sehr beschränkt. Eine exakte Quantifizierung ist nicht einmal für die Vergangenheit möglich, weil die Einflüsse der einzelnen Faktoren nicht getrennt ermittelt werden können. Es kann daher nur darauf ankommen, eine willkürliche Quantifizierung auszuschalten, also eine Beurteilung innerhalb bestimmter Grenzen zu ermöglichen.

Bei dem Gruppenfaktor wird man vor allen Dingen unterstellen können, daß auf Grund der sich nur in kleinen Schritten vollziehenden Änderungen auch bei einer prognosti-

zierten Verstärkung oder Abschwächung des Gewichtes dieser Faktoren der Strombedarf innerhalb des Prognosezeitraumes nur in engen Grenzen bzw. im Rahmen der bisherigen Entwicklung zu- oder abnehmen wird. Nach Ansicht des Verfassers kann man auch durchaus die Auffassung vertreten, daß der Gruppenfaktor der Träger einer weitgehend autonomen Entwicklung ist, die der Entwicklung des Elektrizitätsbedarfs eine gewisse Stabilität gibt. Darauf wird vor allem noch beim Sektor Industrie und Gewerbe einzugehen sein. Hinzu kommt, daß man gerade bei dem Gruppenfaktor auf Kompensationen vertrauen kann, die zwischen seinen einzelnen Faktoren auftreten.

Etwas besser sind die Möglichkeiten einer Quantifizierung bei den Einzelfaktoren. Da diese einen stärkeren Einfluß ausüben als die übrigen Faktoren und dieser Einfluß auch abrupt auftreten kann, bestehen auch günstigere Möglichkeiten einer Quantifizierung ihrer Bedeutung. Auch hier läßt sich der Einfluß einer Änderung des Faktors nur auf Grund von Beobachtungen aus der Vergangenheit ermessen. Zur Unterstützung können auch die Änderungen des Strombedarfs herangezogen werden, die eine Variation des entsprechenden Faktors bei der gleichen Branche in anderen Versorgungsgebieten, in der gesamten Bundesrepublik oder im Ausland hervorgerufen hat. Im folgenden Abschnitt 4 a) ist als Beispiel der Einfluß einer Änderung des Einzelfaktors Arbeitszeit auf den spezifischen Strombedarf der einzelnen Industriezweige angeführt.

Sowohl bei dem Gruppenfaktor als auch bei den Einzelfaktoren ist zunächst zu untersuchen, in welchem Umfange diese Faktoren in der Vergangenheit anwesend waren. Anschließend ist zu prüfen, ob eine Verstärkung oder Verminderung ihrer Bedeutung zu erwarten ist. Der bisherige Trend des spezifischen Strombedarfs ist auf dem Wege einer Schätzung entsprechend abzuschwächen oder zu verstärken. Wegen der Unmöglichkeit einer exakten Prognose und Quantifizierung des Einflusses der Faktoren ist es unumgänglich, die zusammen-

gefaßten Einflüsse der Gruppenfaktoren und der Einzelfaktoren in zwei Varianten auszudrücken, um die Grenzen des künftigen Verlaufes des Strombedarfs festlegen zu können. Die eine Variante beruht auf einer betont optimistischen, die andere auf einer vorsichtigen Entwicklung. Es ist nicht möglich, allgemein gültige Regeln über den Ansatz zu geben.

Die Möglichkeiten einer Abgrenzung des Einflusses der Faktoren wären bedeutend besser, wenn es wenigstens auf der Bundesebene Untersuchungen über die Entwicklung der einzelnen Faktoren in der Vergangenheit und eine Prognose ihres künftigen tendenziellen Verlaufes sowie ihres Einflusses auf den Strombedarf geben würde. Für jede Industriebranche könnten einige Unternehmungen, für den Haushaltssektor verschiedene Einkommensklassen und Wohnungstypen, für die Landwirtschaft verschiedene Hofgrößen mit einer unterschiedlichen Bewirtschaftung der Untersuchung zugrunde gelegt werden. Mit diesen Arbeiten müßten wissenschaftliche Institute oder dafür zu gründende Forschungsgemeinschaften beauftragt werden. Die Untersuchungen im kleinen Rahmen hätten den Vorteil der besseren Übersichtlichkeit. Gerade bei der Industrie sind doch in jeder Branche gewisse gleich gerichtete Entwicklungen zu vermuten. Es können selbstverständlich keine Patentlösungen erwartet werden, aber immerhin wären den kommunalen EVU gewisse Anhaltspunkte über die künftige Entwicklung in die Hand gegeben. Gegenüber dem heutigen Zustand würde eine derartige Einrichtung aber auf jeden Fall eine erhebliche Verbesserung bedeuten.

4. Die Schätzung des spezifischen Strombedarfs in den einzelnen Sektoren, Möglichkeiten und Grenzen

a) Industrie und Gewerbe

(1) Die Einzelfaktoren

Die hier angeführten Einzelfaktoren ergeben sich durch den Einfluß der gegenwärtig vorliegenden wirtschaft-

lichen Situation. Das gilt besonders für die Arbeitszeitverkürzung. In 10 oder 20 Jahren können durchaus andere Einzelfaktoren vorliegen.

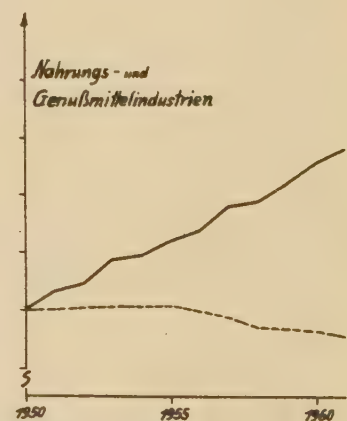
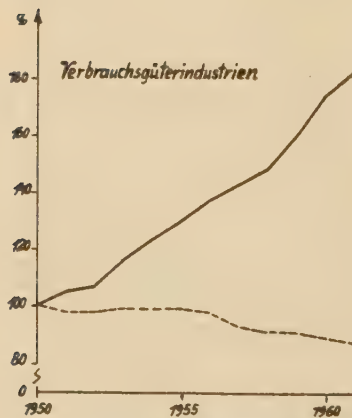
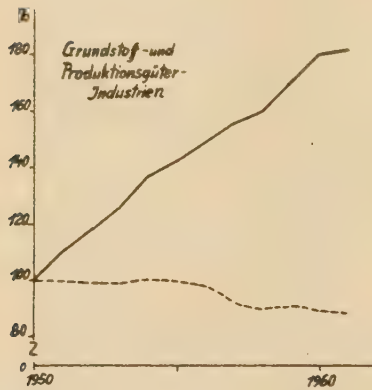
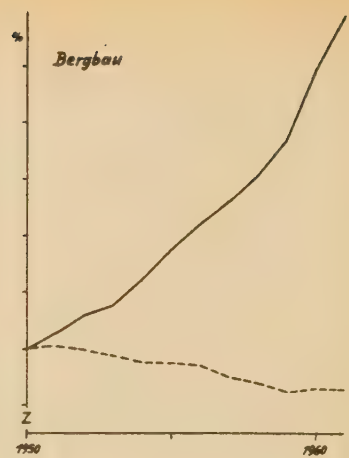
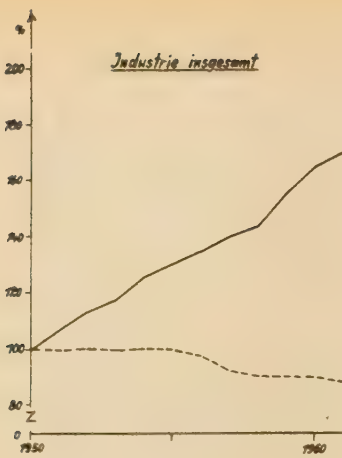
(a) Die Arbeitszeitverkürzung

Die Arbeitszeit gehört zu den wenigen Faktoren, die sich nicht nur kontinuierlich in kleinen Schritten entwickeln. Sie ist infolge von Vereinbarungen zwischen den Tarifpartnern abrupten Änderungen unterworfen. Soweit die Arbeitszeitverkürzung wegen der zu erwartenden rückläufigen Produktion zu einem niedrigeren Elektrizitätsbedarf führt, findet dieser Vorgang in der Schätzung der Bezugsgrößen Arbeiter bzw. Beschäftigte oder Arbeiterstunden bzw. Beschäftigtenstunden seine Berücksichtigung. Aber die Arbeitszeitverkürzung wirkt gleichzeitig auch stimulierend auf den Elektrizitätsbedarf, weil ein Ausgleich des Produktionsausfalles und eine Steigerung der Produktion nur mit Hilfe einer weiteren Mechanisierung möglich ist, die wiederum einen erhöhten Elektrizitätsbedarf zur Folge haben muß.

Die Bedeutung der Arbeitszeitverkürzung für den Strombedarf geht aus Abbildung 18 hervor, die den Elektrizitätsbedarf je Beschäftigten und Jahr und die geleisteten Arbeiterstunden je Arbeiter und Jahr in einer Indexrechnung mit Basisjahr 1950 für die einzelnen Industriegruppen und die Industrie insgesamt wiedergibt.¹⁾

Die beiden Kurven laufen bekanntlich scherenartig auseinander. Es ist klar zu erkennen, daß der Elektrizitätsbedarf je Beschäftigten etwa ein bis zwei Jahre nach dem deutlichen Rückgang der Arbeitszeit eine beachtliche Progression der bisherigen Entwicklung aufweist. Man kann durchaus annehmen, daß die Verkürzung der Arbeitszeit für die abrupte Erhöhung des Elektrizitätsbedarfs

¹⁾ Quelle: Statistisches Bundesamt Wiesbaden, Die Industrie der Bundesrepublik Deutschland, Jahresshefte 1959 und 1961, Sonderhefte 9, 14, 19.



— Index des Elektrizitätsbedarfs je Beschäftigten und Jahr
 --- Index der Arbeiterstunden je Arbeiter und Jahr
 Basisjahr: 1950

Abb. 18

weitgehend kausal gewesen ist, wenngleich nicht abgestritten werden soll, daß auch die schon früher eingetretene Verknappung der Arbeitskräfte diese Entwicklung noch verstärkt hat. Die zeitliche Phasenverschiebung zwischen dem Rückgang der Arbeitszeit und der Erhöhung des spezifischen Elektrizitätsbedarfs dürfte auf die Zeit zurückzuführen sein, die zur Entwicklung, Herstellung und Installation der zur weiteren Mechanisierung benötigten Aggregate erforderlich war. Eine sofortige Anpassung an die veränderten Verhältnisse war aus diesen Gründen unmöglich.

Ob der Übergang zur 40-Stunden-Woche, der wahrscheinlich zwischen 1965 und 1975 zu erwarten ist, zu einem gleich scharfen Sprung in der Entwicklung führen wird, erscheint indes sehr zweifelhaft, weil die Anpassungsmaßnahmen für dieses Ereignis schon heute in die Wege geleitet werden können. Immerhin kann festgehalten werden, daß die Arbeitszeitverkürzung den spezifischen Elektrizitätsbedarf erheblich stimuliert, und zwar bei jeder Industriegruppe. Anscheinend ist die Arbeitszeitverkürzung einer der besten Stromkunden.

Die Untersuchungen über die Auswirkungen der Arbeitszeitverkürzung auf den spezifischen Strombedarf wurden an Hand der Angaben des Statistischen Bundesamtes durchgeführt, weil ein externer Beobachter bei dieser Institution am ehesten darauf vertrauen kann, daß die einzelnen Merkmale nach den gleichen Gesichtspunkten aufbereitet worden sind. Außerdem bietet eine breite Ausgangsbasis die feste Grundlage für eine fundierte Untersuchung. Es muß den kommunalen EVU überlassen bleiben, eine den jeweiligen Umständen entsprechende tiefer gegliederte Untersuchung über die Auswirkungen dieses Faktors für die einzelnen im Versorgungsgebiet ansässigen Branchen durchzuführen.

(b) Die Beschäftigung

Soweit dieser Faktor Einfluß auf die Höhe der Produktion hat, wird die dadurch ausgelöste Erhöhung oder Verminderung des Strombedarfs durch die Schätzung der entsprechenden Bezugsgröße erfaßt. Darüber hinaus hat dieser Faktor auf Grund des in jedem Industriebetrieb auftretenden fixen Strombedarfs aber auch eine erhebliche Bedeutung für den spezifischen Strombedarf, auf die in der Literatur schon öfters hingewiesen worden ist.¹⁾ Die Beachtung dieses Faktors ist vor allem bei steigender Kapazitätsausnutzung wichtig, weil er zu einem sinkenden spezifischen Strombedarf führt. Nach Käthe Koch lag dieser Fall in der Bundesrepublik besonders zwischen 1950 und 1955²⁾ vor. Für Versorgungsgebiete bzw. einzelne industrielle Sektoren, in denen eine Vollbeschäftigung bereits weitgehend erreicht ist, dürfte eine Verringerung des spezifischen Strombedarfs aus diesem Grunde jedoch weitgehend abgeschlossen sein.

Sinkt die Kapazitätsausnutzung dagegen, nimmt der spezifische Strombedarf progressiv zu, weil die Inbetriebhaltung der Produktionsanlagen immer einen fixen Strombedarf erforderlich macht. Zumindest dürfte es den Unternehmungsleitungen nicht kurzfristig gelingen, Anpassungsmaßnahmen, die unter anderem auch einen niedrigeren Strombedarf zur Folge haben, zu realisieren. Dieser Fall ist aber nicht sehr wichtig, weil für die Auslegung der Kapazität der Stromerzeugungsanlagen eine vorübergehende verminderte Ausnutzung der industriellen Kapazitäten ohnehin kaum berücksichtigt werden kann.

Die Auswirkungen des Faktors sind besonders bei den stromintensiven Industriegruppen eisenschaffende Industrie, Chemie, Zellstoff- und Papierzeugung, Steine und Erden so-

1) u. a. Koch, Käthe, a.a.O., S. 203;
Schreiber, Bernd, a.a.O., S. 44;
Zentralverband der elektrotechnischen Industrie,
a.a.O., S. 36

2) Koch, Käthe, a.a.O., S. 196 u. 203

wie Feinkeramik zu untersuchen, sofern noch keine Vollbeschäftigung erreicht sein sollte. Eine Quantifizierung des Einflusses dieses Faktors ist nur auf Grund von Erfahrungen aus der Vergangenheit für einen gewissen Spielraum möglich. Eine exakte mathematische Quantifizierung kann höchstens für den betrieblichen Einzelfall durchgeführt werden.

(2) Der Gruppenfaktor

Im Gruppenfaktor sollten die folgenden übrigen Faktoren berücksichtigt werden:

Substitution anderer Energiearten

Substitution nicht elektrischer Produktionsverfahren
(Mechanisierung)

Technischer Fortschritt der Elektrizitätsanwendung

Substitution elektrischer Energie

Die beiden zuerst angeführten Substitutionsvorgänge führen innerhalb des Gruppenfaktors zu einer Erhöhung des spezifischen Strombedarfs. Es muß angenommen werden, daß diese Komponenten des Gruppenfaktors zunächst eine erhöhte Bedeutung haben werden, um sie dann, wenn auch in einem unterschiedlichen Tempo und Ausmaß, zu verlieren. Da jede Branche der im Versorgungsgebiet ansässigen Industrie von dem Gruppenfaktor in einem verschiedenen Umfang betroffen wird, muß eine Untersuchung über den Stand des Gruppenfaktors für jede dieser Branchen, und zwar besonders für die stromintensiven, durchgeführt werden. Das führt für die Vergangenheitsanalyse zu einer tief gegliederten Sektorenbildung, die jedoch für die Prognose vereinfacht werden kann.

Informationen über den Gruppenfaktor können nur die Betriebe, die Industrie- und Handelskammern sowie die Industrieverbände geben. Für die kommunalen EVU wäre es wünschens-

wert, über die Entwicklung des Gruppenfaktors bei den einzelnen Branchen durch eine eventuell auf Bundesebene durchgeführte Enquete unterrichtet zu werden, wie es vom Verfasser schon oben vorgeschlagen worden ist.

b) Haushalt

(1) Die Problematik einer Faktoranalyse für den Haushaltsstrombedarf

Die Haushalte stellen für die EVU eine gestaltlose statistische Masse dar, die sich aus den verschiedenartigsten Verbraucherschichten mit unterschiedlichen Ansprüchen an die Ausstattung der Wohnungen mit elektrischen Geräten und deren Benutzung zusammensetzt.

Dieser Sachverhalt führt zu einer Vielzahl von Verbrauchervünschen, die nicht wie bei den gewerblichen Sektoren hauptsächlich von rationalen Gesichtspunkten bestimmt zu sein brauchen.

Der wichtigste Faktor ist sicherlich das verfügbare Einkommen. Im Rahmen einer Faktoranalyse des Haushaltsstrombedarfs stellt es einen Einzelfaktor dar. Es bedarf keiner Korrelationsrechnung, um den Zusammenhang zwischen Einkommen und Strombedarf aufzuzeigen. Denn mit steigendem Einkommen nimmt auch der Wohlstand zu, der sich unter anderem auch durch Elektroherde, Waschmaschinen, Heißwasserbereiter, Kühlschränke, Fernsehgeräte usw. ausdrückt. Nach Ansicht des Verfassers ist es sogar zu vermuten, daß der Anteil am Einkommen, der für die Anschaffung von Elektrogeräten ausgegeben wird, in den unteren und mittleren Einkommensklassen bei steigendem Einkommen sogar noch zunimmt. Aber auch bei konstantem Einkommen ist eine allmähliche Erhöhung der Ausgaben für Elektrogeräte durchaus denkbar, weil der Mangel an Haushaltspersonal und die zunehmende Berufstätigkeit der Hausfrau auch zu einer Mechanisierung der Haushaltsarbeiten führen.

So eng der Zusammenhang zwischen der Entwicklung des Einkommens und der Entwicklung des Haushaltsstrombedarfs auch sein mag, den EVU nutzt diese Erkenntnis nicht allzuviel, weil sie die Entwicklung des Einkommens der Haushalte in ihrem Versorgungsgebiet weder im ganzen noch für die einzelnen Verbrauchergruppen (Angestellte, Arbeiter, Selbständige) schätzen können. Auch für die Vergangenheit sind die entsprechenden Zahlen nicht zu ermitteln. Es wäre sehr wünschenswert, wenn dieser Zustand mit Hilfe der statistischen Ämter geändert werden könnte.

Der künftige Strombedarf der Haushalte hängt ferner von einer Vielzahl von Faktoren ab, die im Vergleich zum Einkommen in einem geringeren Umfange wirken. Diese Faktoren stellen einen Gruppenfaktor dar. Zu nennen sind insbesondere die Faktoren Wohnungsgröße, Gerätekombination, Verbrauchergewohnheiten sowie auch die in Zusammenhang mit dem verfügbaren Einkommen angeführten Faktoren Haushalts-hilfen und die zunehmende Berufstätigkeit der Hausfrau. Einige dieser Faktoren sind in den letzten Jahren untersucht worden, um Unterlagen für Entscheidungen über die Tarifgestaltung, Werbung, Teilzahlungsfinanzierung und auch für die Belastung der Stromverteilungsanlagen zu erhalten. Die Ergebnisse dieser Arbeiten sind jedoch auch für die Strombedarfsprognose von erheblicher Bedeutung. Die Untersuchung dieser Faktoren ist schwierig, zeitaufwendig und kostspielig. Aus diesem Grunde liegen auch keine umfassenden Arbeiten über den Einfluß dieser Faktoren vor. Die bisher erschienenen Abhandlungen gehen von Kollektiven aus, die im Verhältnis zu den jeweiligen Versorgungsgebieten recht klein sind.

Zu dem Ergebnis, daß mit den Räumen je Wohnung der Strombedarf unter Umständen erheblich zunehmen kann, kamen

Ott, Stork und Strahringer.¹⁾ Einen sehr gleichmäßig verlaufenden Zusammenhang zwischen Wohnungsgröße und Elektrizitätsbedarf stellte Stork für die bei Bielefeld gelegene vollelektrifizierte Sennestadt fest (Abb. 19).

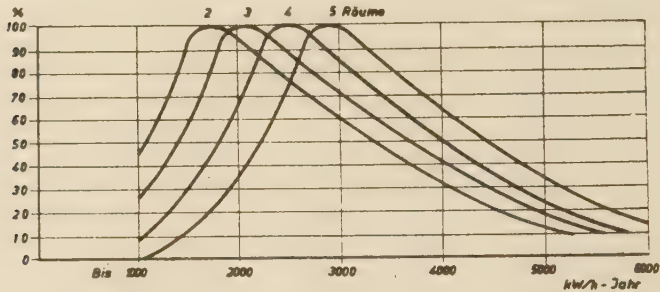


Abbildung 19

Je mehr Elektrogeräte in einem Haushalt installiert sind, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, daß die Nutzenergie der einzelnen Geräte substituierbar ist. So ist beispielsweise der Stromverbrauch eines Elektroherdes in Kombination mit einer Waschmaschine oder einem Heißwassergegerät geringer als bei seiner kombinationsfreien Verwendung; denn das Wasser wird jetzt nur noch zum Teil auf dem Elektroherd gewärmt. Eine für West-Berlin durchgeführte Untersuchung ergab, daß der kombinationsfreie Stromverbrauch eines Elektroherdes um mehr als ein Drittel zurückgeht, wenn außer dem Herd noch ein Badespeicher vorhanden ist.²⁾ Aber auch Geräte, deren Nutzen sich nicht substituieren

¹⁾ Ott, Georg M. (Berlin), Geräte- und Verbrauchsanalyse im Haushalt, ÖZE, S. 356 bis 299

Stork, Erich, Vollenlektrifizierte Großsiedlungen, Elektrizität, Bd. 12 (1962), S. 81 bis 85; Sonderdruck Nr. 130, S. 1 bis 7

Strahninger, Wilhelm, I, Beeinflussen die Stromtarife den Haushaltsstromverbrauch, Frankfurt a. M., 1962, S. 31

²⁾ Ott, Georg, a.a.O., S. 293

läßt, beeinträchtigen deren gegenseitigen Stromverbrauch. Beispielsweise beeinflusst das Fernsehgerät die Verhaltensweise des Abnehmers erheblich. Dieser kann nicht wie beim Rundfunkhören noch irgendwelche stromverbrauchenden Tätigkeiten nebenher ausführen. Der durch das Fernsehgerät zusätzlich ausgelöste Strombedarf wird unter anderem teilweise durch den Ausfall eines Teiles des Strombedarfs für Beleuchtungszwecke kompensiert. Bei künftigen Prognosen ist also zu beachten, daß es nicht nur auf die Zunahme der Geräte nach Art und Zahl ankommt, sondern auch auf ihre Kombination beim Kunden, weil der Verbrauch der einzelnen Geräte mit zunehmender Gerätesättigung zurückgeht. Ott hat diese Zusammenhänge in einer ökonometrischen Untersuchung im einzelnen dargelegt.¹⁾

Auf die Bedeutung der Verbrauchergewohnheiten, die sich in Zahl und Art sowie der Benutzung der Elektrogeräte ausdrücken, machen insbesondere Stork und Strahringer aufmerksam. Strahringer untersuchte die Verbrauchsgewohnheiten in Gemeinden verschiedener Größenordnung an Hand der Sättigungszahlen für Elektroherde, Kühlschränke, Waschmaschinen, Wäscheschleudern, Heißwasserbereiter und Fernsehgeräten. Der Autor kam zu dem - allerdings nicht unerwarteten - Ergebnis, daß die Elektrogeräte in den städtischen Haushalten in einem reicheren Maße vorhanden sind als in den ländlichen und in den Haushalten größerer Gemeinden häufiger als in den Haushalten kleinerer Gemeinden. Eine Ausnahme von dieser Regel bildeten lediglich die Waschmaschinen und Wäscheschleudern.²⁾

Bei den Mietern einer Wohnungsgesellschaft machte Strahringer die Erfahrung, daß bei gleicher Geräteausstattung und gleichen Tarifen der Strombedarf der Angestelltenhaushalte über dem Strombedarf der Arbeiterhaushalte lag.³⁾

¹⁾ Ott, Georg, a.a.O., S. 265 f. und 293 f.

²⁾ Strahringer, Wilhelm, II, Die Sättigung der Haushalte mit Elektrogeräten bei einem Überlandwerk, Frankfurt a. M., 1962, S. 14 f.

³⁾ Strahringer, Wilhelm, I, a.a.O., S. 18 f.

Die Arbeit von Stork erstreckt sich auf Beispiele aus dem Bielefelder Raum und aus einigen anderen Städten (vgl. Zahlentafel 5). Stork weist auf den Einfluß langer Anmarschwege zur Arbeitsstätte hin, die sich besonders beim Kochstrom äußert. Während in der Kleinstadt mittags - und wohl auch abends - elektrisch gekocht wird, zeigt sich in der vollelektrifizierten Siedlung einer Großstadt bedingt durch die Werkskantinen nur abends eine wesentliche Kochspitze.¹⁾ Außergewöhnliche Zustände fand Stork in der Bergwerkstadt Marl vor. Der Strombedarf der Elektroherde und Heißwasserbereiter war hier sehr niedrig, weil durch die Zuteilung billiger Deputatkohle an die Bergarbeiter Kohleherde und Kohlebadeöfen solange in Betrieb waren, bis dies die Sommertemperaturen einfach nicht mehr zuließen. Zahlentafel 5 zeigt Geräteausstattung und Stromverbrauch in den untersuchten Gemeinden.²⁾

Ort	Gerätebestückung	durchschn. Jahresverbr.
Marl	Kohleherd, Eltherd, Warmwasserboiler, Kohlebadeöfen	950 kWh
Wolfsburg	Eltherde, Kohleherde, Speicher/Boiler (mit Stromweiche) Eltherde/Kohleherde Durchlauferhitzer (18 kWh) (ohne Stromweiche)	1 770 " 2 094
Bremen-Vahr	Eltherde/Kohleherde Durchlauferhitzer (18/21 kWh)	2 084 "
Sennestadt	Eltherde/Kohleherde Durchlauferhitzer (18 kWh)	2 173 " (1. Verbr. Jahr)
Komfort-Haus (48 WoE) in Bielefeld	Eltherde/Kohleherde Durchlauferhitzer (18 kWh) Badezimmerstrahler Kühlschrank	2 832 "

1) Stork, Erich, a.a.O., S. 4 f.

2) ders., a.a.O., S. 5

Für die Verbrauchergewohnheiten gibt es keine Faustregeln. Die entsprechenden Untersuchungen müssen, wenn sie fundiert sein sollen, für jedes Versorgungsgebiet, und zwar unter Umständen sogar für einzelne Teile des Versorgungsgebietes, angestellt werden. Die Kenntnis der Verbrauchergewohnheiten trägt zur Abgrenzung des künftigen spezifischen Strombedarfs der Haushalte bei. Sie ist vor allem eine Voraussetzung für eine hilfsweise Heranziehung des Analogieschlusses bei der Prognose des spezifischen Strombedarfs, weil nur Verbrauchergruppen mit etwa gleichen Verbrauchsgewohnheiten miteinander verglichen werden können.

Aber auch die zu einem Gruppenfaktor zusammenzufassenden Faktoren lassen sich kaum prognostizieren. Die exakte Quantifizierung des Einflusses erscheint für ein größeres Versorgungsgebiet nach Ansicht des Verfassers in der Praxis nicht möglich, weil die Faktoren sich bei den einzelnen Haushalten je nach Einkommen und sozialer Stellung zu unterschiedlich auswirken. Außerdem darf der Effekt derartiger Untersuchungen nicht zu hoch angesetzt werden. Durch stichprobenweise durchgeführte Untersuchungen sollte man jedoch feststellen, ob diese Faktoren anwesend sind und sich auf diese Weise gewisse Vorstellungen über ihre Wirkung machen. Das ist allerdings schon ein wichtiger Fortschritt, obwohl die Berücksichtigung dieser Faktoren nur intuitiv erfolgen kann.

Eine Ausnahme könnte eventuell der Faktor Gerätekombination bilden, dessen Erfassung durch in zwei- bis dreijährigen Abständen durchgeführte Befragungen der Abnehmer, aus denen dann ein gewisser Trend ermittelt werden kann, möglich ist. Die Technik dieser mit Hilfe von Stichproben durchgeführten Befragungen ist von Ott bis ins Detail beschrieben worden.¹⁾

¹⁾ Ott, Georg, a.a.O., S. 256 f.

In seiner Bedeutung tritt der Gruppenfaktor weit hinter den Einzelfaktor "verfügbares Einkommen" zurück.

In diesem Abschnitt wurde versucht, die einzelnen Faktoren herauszuarbeiten, die Einzelfaktoren oder die ausschlaggebenden Faktoren innerhalb des Gruppenfaktors darstellen. Die Faktoren lassen eine auf sie aufbauende geschlossene Prognose jedoch nur rein gedanklich zu, in der Praxis ist sie nicht durchführbar, weil die Faktoren kaum erfaßt, geschweige denn prognostiziert werden können. Hinzu kommt, daß stimulierende Faktoren, wie der Mangel an Haushaltshilfen und die zunehmende Berufstätigkeit der Hausfrau, nicht einmal stichprobenweise erfaßbar sind. Und gerade diese Faktoren können sehr wichtig sein.

- (2) Die Prognose des spezifischen Haushaltsstrombedarfs mit Hilfe einer unmittelbaren Schätzung der Geräteausstattung und des Strombedarfs der Elektrogeräte

Da die kommunalen EVU den Weg der oben beschriebenen Faktoranalyse nicht einschlagen können, muß nach einem Ausweg gesucht werden. Dieser besteht nach Ansicht des Verfassers in einer unmittelbaren Prognose der Elektrogeräte, deren Entwicklung aus der Kenntnis der Vergangenheit prognostiziert wird. Die Ausstattung mit Geräten ist jedoch kein ursprünglicher Faktor wie die meisten der oben erläuterten Faktoren, sondern ein aus diesen abgeleiteter Faktor. Die neben der Geräteausstattung wirkenden Faktoren können nur intuitiv berücksichtigt werden, indem der prognostizierte Trend bei den einzelnen Elektrogeräten entsprechend beeinflußt wird. Gegebenenfalls können auf Bundesebene durchgeführte Prognosen über die Entwicklung und Verwendung der verfügbaren Einkommen gewisse Anhaltspunkte geben.

Der erste Schritt der Untersuchung besteht in einer Feststellung der Sättigungsgrade der Haushalte mit den einzelnen Elektrogeräten. Diese Untersuchung sollte sich nur auf die größeren Geräte, wie Elektroherde, Heißwasserbereiter, Kühlschränke, Waschmaschinen, Fernsehgeräte usw. erstrecken. Bei den kleineren Geräten wird unterstellt, daß sie wie bisher zunehmen werden. In der elektrizitätswirtschaftlichen Literatur ist der Begriff Sättigungsgrad sehr weit gefaßt. Er drückt aus, wieviel Prozent sämtlicher Haushaltungen mit einem bestimmten Elektrogerät ausgerüstet sind. So schreibt Strahring, daß Mitte 1961 im unmittelbaren Versorgungsgebiet der Hessischen Elektrizitäts-AG (HEAG) bei 150 361 Haushalten 92 819 Elektroherde vorhanden gewesen seien. Das würde einen Sättigungsgrad von 61,7 % bedeuten.¹⁾ Zillmer spricht erst dann von einer 100 %igen Sättigung mit elektrischen Großgeräten, wenn jeder Haushalt über einen Elektroherde, einen Heißwasserbereiter, einen Kühlschrank und eine Waschmaschine verfügt.²⁾ Diese weite Auslegung des Begriffes Sättigungsgrad ist für die Prognose ungeeignet, weil sie zu falschen Schlüssen führen kann.

Beispielsweise werden nie 100 % der Haushalte eines Versorgungsgebietes über Elektroherde verfügen. Selbst in Kleinstädten wird heute im Regelfall Ofengas angeboten, und wo dies nicht der Fall ist, besteht ein - wie dem Verfasser aus seiner beruflichen Tätigkeit bekannt ist - vorzüglich florierender Flüssiggasabsatz (Propangas). Haushalte, die bereits mit Gas kochen, wechseln erfahrungsgemäß nur in seltenen Fällen zum Elektroherd über.

1) Strahring, Wilhelm, II, a.a.O., S. 9

2) Zillmer, Werner, Gerätesättigung und Stromabsatz, Elektrizität, Bd. 11 (1961), S. 227 bis 229

Es kann daher doch nur richtig sein, bei der Errechnung des Sättigungsgrades von der jeweils erreichbaren Geräteausstattung auszugehen, also die Grenzen der möglichen Entwicklung aufzuzeigen. Diese Grenzen sind allerdings nicht konstant, sie verschieben sich von Prognosezeitraum zu Prognosezeitraum, weil die Neubauten eine andere Geräteausstattung aufweisen als die früheren Bauten. Das wird vor allem für Elektroherde, Badespeicher und Waschmaschinen gelten. Die Bestimmung der erreichbaren Geräteausstattung setzt eine genaue Kenntnis über die Entwicklung des Wohnungsbaues und der Möglichkeiten der Konkurrenzenergie Gas auf dem Wärmemarkt voraus. Aus den Erfahrungen der Vergangenheit kann der Anteil, den das Gas bei Neubauten im allgemeinen einnimmt, ermittelt werden. Bei Großsiedlungen, die eine mehrjährige Planung erfordern, kann die ein- oder zweischienige Versorgung mit den Siedlungssträgern häufig frühzeitig abgesprochen werden.

Der Bestimmung der erreichbaren Geräteausstattung steht die Feststellung des bereits errichteten Sättigungsgrades gegenüber. Die dafür erforderlichen Unterlagen können einmal auf Grund einer Befragungsaktion beschafft werden, zum anderen müssen bestimmte Elektrogeräte auf Grund der Anschluß- und Benutzungsbedingungen ohnehin beim EVU angemeldet werden. Aus der Spanne, die zwischen der vorhandenen und möglichen Ausstattung mit Elektrogeräten liegt, können schon gewisse Schlüsse für den künftigen Zuwachs an Elektrogeräten gezogen werden. Die Bestimmung der möglichen und der bereits erreichten Sättigung ist ein gangbarer und auch im Hinblick auf den Arbeitsumfang ein zumutbarer Weg. Für die Genauigkeit der Prognoseergebnisse dürfte es auf jeden Fall ein Vorteil sein, von einer erreichbaren anstatt von einer utopischen Geräteausstattung auszugehen. Daß Gerätezahlungen durchaus möglich sind, beweisen die oben angeführten Untersuchungen von Strahringer und Ott für die Versorgungsgebiete der HEAG und West-Berlin.

Die bereits erreichte und die mögliche Geräteausstattung geben grundsätzlich nur den Stand und das künftige Ausmaß der Geräteausstattung an. Mit Hilfe einer in zwei- bis dreijährigen Abständen durchgeführten Gerätezählung ist es jedoch möglich, den Trend der Geräteausstattung bzw. des Sättigungsgrades festzustellen, aus dem das Tempo der künftigen Entwicklung abgeleitet werden kann. Die Kenntnis der bisherigen Verläufe von Geräteausstattung und spezifischem Haushaltsstrombedarf sowie die Prognose der Entwicklung des Faktors Geräteausstattung müssen es nach Ansicht des Verfassers unbedingt ermöglichen, den weiteren Verlauf des spezifischen Strombedarfs je Haushalt für einen gewissen Bereich zu bestimmen. Man wird sicherlich, und zwar besonders für den Bereitstellungsabschnitt des gesamten Prognosezeitraumes, erkennen können, ob der Trend des spezifischen Haushaltsstrombedarfs unverändert extrapoliert oder in gewissen Grenzen verstärkt bzw. abgeschwächt fortgeführt werden kann.

Eine weitere Verbesserung der Kenntnis des künftigen spezifischen Strombedarfs kann mit Hilfe einer in Stichproben durchgeführten Beobachtung des durchschnittlichen Stromverbrauchs je Großgerät bzw. je Gerätekombination erreicht werden. Auch diese Untersuchung müßte stets in mehrjährigen Abständen wiederholt werden.

In welchem Umfange die steigende Geräteausstattung den durchschnittlichen Strombedarf der Haushalte beeinflusst, hat, zeigt Abb. 19 a, in der die Entwicklung der Anteile einiger der in Zahlentafel 6 aufgeführten Größenklassen am Elektrizitätsbedarf der Haushalte in der Bundesrepublik wiedergegeben ist.¹⁾

1) Sardemann, Fritz, Entwicklung des Elektrizitätsverbrauchs der Haushalte in der Bundesrepublik Deutschland, Elektrizitätswirtschaft 1962, Jhg. 1961, S. 841 bis 843. Die Untersuchung erstreckt sich auf eine größere Zahl ausgewählter EVU.

Für den Strombedarf je Haushalt und Jahr wurden folgende Größenklassen gebildet:

Verbrauch kWh je Abnehmer und Jahr	1954		1957		1959		1960		1961	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%
bis 200	5,7	0,1	0,2	0,0	—	—	—	—	—	—
201 bis 300	70,4	1,4	13,2	0,2	1,2	0,0	0,5	0,0	—	—
301 bis 450	1667,0	33,9	427,5	5,6	81,9	0,8	52,2	0,4	20,4	0,1
451 bis 700	2601,3	53,0	3929,8	50,3	2581,1	24,0	1960,4	15,4	1069,7	7,4
701 bis 1000	535,7	10,9	3205,5	41,1	6579,6	61,1	7040,0	55,3	6680,8	46,1
1001 bis 1500	32,4	0,7	203,5	2,6	1483,4	13,7	3601,9	28,4	6655,2	45,9
1501 bis 2200	1,8	0,0	26,6	0,3	42,2	0,4	57,8	0,5	72,3	0,5
2201 bis 3300	—	—	1,3	0,0	0,9	0,0	1,5	0,0	6,9	0,0
3301 bis 4500	—	—	—	—	0,02	0,0	—	—	—	—
4501 bis 6700	—	—	—	—	—	—	0,02	0,0	0,02	0,0
6701 bis 10000	—	—	—	—	0,03	0,0	—	—	—	—
10001 und mehr	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
zusammen	4914,3	100,0	7810,6	100,0	10770,4	100,0	12714,3	100,0	14505,3	100,0

Zahlentafel 6

Die steigende Bedeutung der Größenklassen mit hohen Verbräuchen ist deutlich zu erkennen.

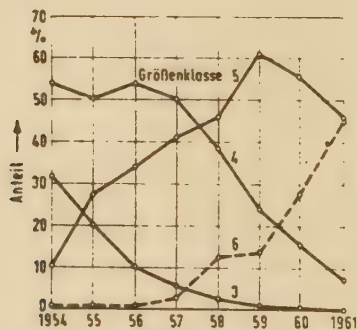


Abb. 19a

Die Klasse 3 (301 bis 450 kWh je Jahr), die 1954 mit 34 % noch an zweiter Stelle lag, ist 1961 mit einem Anteil von 0,1 % völlig bedeutungslos geworden. Dagegen ist die Klasse 6 (1001 bis 1 500 kWh) heute (1962) als dominierend anzusehen. Aber auch diese Klasse wird von ihrer führenden Rolle eines Tages verdrängt werden.

Diese Größenklassenuntersuchung bietet auch die Möglichkeit, die Kenntnisse über den bisherigen Verlauf des Strombedarfs je Haushalt aus einer anderen Perspektive heraus zu vertiefen und gibt einen zusätzlichen Einblick in die künftige Entwicklung, so daß die mit anderen Methoden gewonnenen Ergebnisse kontrolliert werden können. Diese Untersuchung kann ohne weiteres von jedem EVU durchgeführt werden. Die erforderlichen Daten sind in den Ablesebüchern enthalten.

Die Möglichkeiten einer Prognose des spezifischen Haushaltsstrombedarfs sind sehr begrenzt. Informationen über die ursächlichen Faktoren sind nur in einem äußerst beschränkten Umfang und nur teilweise zu erhalten. Um aus dem Dilemma herauszukommen, bleibt nichts weiter übrig, als unmittelbar von der Geräteausrüstung auszugehen und dabei die übrigen Faktoren, soweit dies eben möglich ist, wenigstens intuitiv zu berücksichtigen. Wir haben hier also eine auf "Indizien" aufgebaute Prognose. Gegenüber der direkten Extrapolation des spezifischen Haushaltsstrombedarfs ist ein erheblicher Fortschritt jedoch nicht abzustreiten.

c) Handel, Dienstleistungen, Kleingewerbe

Dieser sehr heterogene Sektor gibt bei der Prognose des spezifischen Strombedarfs wohl die größten Rätsel auf. Glücklicherweise ist sein Anteil am gesamten Strombedarf niedriger als die Anteile der Sektoren Industrie, Gewerbe und Haushalt. Auf Grund einer Untersuchung zahlreicher Geschäftsberichte kommunaler EVU konnte der Verfasser fest-

stellen, daß der Anteil im allgemeinen zwischen 12 % und 19 % der Gesamtabgabe lag. In einem Spitzenfall waren es 23 %. Die in den Geschäftsberichten vorgenommenen Sektorenbildungen standen jedoch nicht in Zusammenhang mit Strombedarfsprognosen; es sollten lediglich die Durchschnittserträge aus dem Stromverkauf an die einzelnen Abnehmergruppen gezeigt werden. Aus diesem Grunde war in diesem Sektor in einigen Fällen auch der Strombedarf der Behörden, der obligaten Gruppe "Sonstige", der Eigenbedarf sowie auch der Bedarf der Landwirtschaft enthalten. Das wirkte sich natürlich auch auf die oben angeführten Prozentsätze aus.

In der Vergangenheit dürften die hohen Zuwachsraten, die dieser Sektor wohl in allen Versorgungsgebieten aufweisen konnte, vor allem auf die rege Bautätigkeit, durch die moderne Arbeitsplätze, Büro- und Verkaufsräume geschaffen worden sind, und auf den Personalmangel, der zu einer umfassenden Mechanisierung von bisher manuell durchgeführten Tätigkeiten zwang, zurückzuführen sein. Die weitere Entwicklung dieses Sektors wird davon abhängen, inwieweit sich die beiden Faktoren in den einzelnen Versorgungsgebieten künftig noch auswirken können. Die Neubautätigkeit und die Modernisierung der Büroräume dürften sich wohl in vielen Versorgungsgebieten nicht mehr im bisherigen Umfang fortsetzen. Schließlich sind die Möglichkeiten für den Einsatz von Maschinen und Automaten in den Büros recht begrenzt.

Die Prognose dieses Sektors wird trotz aller Bemühungen nicht über eine recht allgemein gehaltene Beurteilung der weiteren Entwicklung hinauskommen. Von einer Prognose auf der Grundlage von Einzel- und Gruppenfaktoren ist kein Erfolg zu erwarten. Bei den untersuchten EVU konnte der Verfasser auch für diesen Sektor einen sehr gleichmäßigen Verlauf des absoluten Strombedarfs feststellen. Für die Prognose des spezifischen Strombedarfs ergibt sich dadurch

eine gewisse Erleichterung. Auffallend war auch, daß dieser Sektor im allgemeinen weitaus niedrigere Zuwachsraten aufwies als der verwandte Sektor Industrie und Gewerbe.

Man sollte auf die Prognose dieses Sektors nicht allzuviel Arbeit verwenden. Vielfach wird nichts anderes übrig bleiben, als doch die Methode der direkten Extrapolation anzuwenden. In diesem Zusammenhang ist sehr interessant, wie die "Arbeitsgemeinschaft deutscher wirtschaftswissenschaftlicher Forschungsinstitute e. V." in ihrer auf Beschluß des Deutschen Bundestages durchgeführten Untersuchung über die Entwicklung der Energiewirtschaft diesen und die im folgenden in dieser Arbeit noch zu behandelnden Sektoren prognostizierte.¹⁾ Sämtliche Sektoren - also Handel, Dienstleistungen, Kleingewerbe; Landwirtschaft; Verkehr; Behörden usw. - wurden zu einer "Restgruppe" zusammengefaßt und mit dem Bruttosozialprodukt als gemeinsamer Wachstumsgröße korreliert. Bei den völlig unterschiedlichen Faktoren, von denen der Strombedarf der einzelnen Glieder dieser Restgruppe bestimmt wird, scheint diese auf einer rein ökonomischen Methode aufbauende Prognose doch sehr waghalsig zu sein.

d) Landwirtschaft

Dieser Sektor ist für die städtischen EVU unbedeutend. Für die regionalen EVU besitzt er zwar ein etwas größeres Gewicht, jedoch tritt der Strombedarf der Landwirtschaft auch bei diesen EVU weit hinter den Strombedarf der Sektoren Industrie und Gewerbe; Haushalt sowie Handel, Dienstleistungen, Kleingewerbe zurück. Ein Einblick in die künftige Entwicklung des spezifischen Strombedarfs ist wie beim Sektor Haushalt nur mit Hilfe einer Gerätezählung möglich. Diesen Weg sollte man jedoch nur beschreiten,

¹⁾ Fischer, Klaus-Dieter, a.a.O., S. 356

wenn diesem Sektor eine erhebliche Bedeutung zukommt. Auf keinen Fall sollte man sich diese Arbeit machen, wenn der Anteil dieses Sektors an der gesamten Abgabe unter 15 % liegt.¹⁾

Es wird im Regelfall vertretbar sein, den künftigen Strombedarf der Landwirtschaft auf dem Wege einer direkten Extrapolation des spezifischen Strombedarfs zu ermitteln. Auch bei diesem Sektor stellt die in den letzten Jahren allgemein beobachtete gleichmäßige Zunahme des Strombedarfs eine erhebliche Erleichterung für die Prognose des spezifischen Strombedarfs dar. Bei der Auswertung zahlreicher Geschäfts- und Prüfungsberichte über den Jahresabschluß konnte der Verfasser feststellen, daß die jährlichen Zuwachsraten dieses Sektors in den letzten acht bis zehn Jahren im wesentlichen zwischen 10 und 14 % lagen. Es ist zu erwarten, daß sich diese Entwicklung künftig fortsetzen wird. Denn auch in der Zukunft wird man mit einer weiteren Elektrifizierung der landwirtschaftlichen Betriebe und Haushalte, zu der vor allem der Personalmangel zwingt, rechnen müssen. Auch die staatlichen Förderungsmaßnahmen tragen das ihrige zu einer weiteren Steigerung des landwirtschaftlichen Strombedarfs bei.

e) Verkehr

Der Verkehr stellt einen völlig untergeordneten Sektor dar. Deshalb sollte man sich mit der Prognose seines spezifischen Strombedarfs keine große Arbeit aufbürden. Man wird ihn zweckmäßigerweise mit Hilfe der direkten Extrapolation ermitteln. Eine andere Möglichkeit scheint auch dann nicht

1) 1960 betrug der Strombedarf der Landwirtschaft nur knapp 1 % des gesamten Strombedarfs.
Quelle: Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland 1962, S. 254

vorhanden zu sein, wenn diesem Sektor eine größere Aufmerksamkeit gewidmet werden sollte. Die Genauigkeit der Strombedarfsprognose hängt bei diesem Sektor hauptsächlich von der richtigen Schätzung der Bezugsgröße, also den gefahrenen Kilometern ab.

f) Behörden, Eigenbedarf, Sonstige

Es handelt sich ebenfalls um einen sehr unbedeutenden Sektor. Seine künftige Entwicklung kann auch mit Hilfe der indirekten Extrapolation kaum näher bestimmt werden. Man sollte daher auch auf die Prognose dieses Sektors nicht viel Arbeit verwenden und auf die Methode der direkten Extrapolation zurückgreifen.

C. Die Befragung der Abnehmer

I. Möglichkeiten und Grenzen einer Befragung

Bei dieser Methode wird die Prognose des künftigen Strombedarfs an die Abnehmer delegiert. Es handelt sich um eine in sich geschlossene Methode, die innerhalb bestimmter Sektoren zu einem eigenen Prognoseergebnis führt, die aber auch, sofern sie innerhalb des Sektors nur unvollständig durchgeführt wird, für die übrigen Methoden eine wertvolle Erweiterung der Informationen abgeben kann. Der letztere Fall liegt dann vor, wenn nur ein verhältnismäßig geringer Teil der Befragten antwortet oder wenn der Kreis der befragten Kunden von vornherein sehr eng gehalten wird.

Die EVU sind in vollem Umfange von der gutwilligen Mitarbeit der befragten Unternehmen abhängig, weil diese nicht gesetzlich zu dieser Tätigkeit verpflichtet sind. Ein entsprechendes gesetzliches Mandat wäre auch wenig sinnvoll. Denn es kommt ja auf die Qualität der Antworten an und

nicht darauf, daß irgend etwas hingeschrieben wird. In der Mitarbeit der Kunden spiegelt sich das Ansehen wieder, welches das EVU in seinem Versorgungsgebiet genießt. Ob die Befragungsaktion Erfolg oder keinen Erfolg hat, hängt also zu einem guten Teil von dem betreffenden EVU selbst ab. Zweckmäßigerweise wird man den Kunden die Unverbindlichkeit ihrer Auskünfte schriftlich mitteilen.

1. Industrie und Gewerbe

Dieser Sektor ist für eine Befragung besonders gut geeignet, weil die Unternehmen auf Grund der eigenen Planung, die ja oft schon mehrere Jahre im voraus wenigstens in den Umrissen festgelegt werden muß, feste Vorstellungen von vielen wichtigen Faktoren haben, die den Strombedarf beeinflussen.

Der Erfolg der Befragungsaktion wird weitgehend von dem auferlegten Prognosezeitraum abhängen. Es darf erwartet werden, daß die Unternehmen den Strombedarf für den Zeitraum von zwei bis drei Jahren noch mit einiger Sicherheit übersehen können. Dieser Zeitraum entspricht dem wichtigen Bereitstellungsabschnitt des Prognosezeitraumes. Für den darüber hinausgehenden Zeitraum dürfte auch die von den Unternehmen selbst durchgeführte Elektrizitätsbedarfsprognose das Schicksal der von anderen Stellen in der Vergangenheit aufgestellten Elektrizitätsbedarfsprognosen teilen: sie werden im Vergleich zu der sich später einstellenden Entwicklung eher zu zu niedrigen als zu zu hohen Ansätzen führen. Aus psychologischen Gründen sollte man jedoch einen Prognosezeitraum von fünf Jahren vorgeben. Dann gibt man sich nämlich bei der Prognose der ersten drei Jahre mehr Mühe!

Die Befragung kann sich nicht einfach mit der Angabe des künftig zu erwartenden Strombedarfs begnügen, sondern sie muß auch auf die Faktoren eingehen, die nach Ansicht der Unternehmen den Strombedarf in der Zukunft beeinflussen

werden. Darüber hinaus ist es natürlich auch wichtig, die aus der Sicht der Unternehmung in der Vergangenheit wirksam gewesenen Faktoren zu erfahren. Man sollte doch annehmen, daß die Auskünfte der Kunden über den künftigen Strombedarf realistischer sein werden, wenn sie sich auch mit den Faktoren befassen müssen. Außerdem ist dem EVU so die Möglichkeit einer Kontrolle der Antworten gegeben. Es können dann abwegig erscheinende Antworten, sofern das wegen des mutmaßlichen Umfanges einer offensichtlichen Fehleinschätzung notwendig ist, korrigiert werden. Eine weitere Kontrolle ist möglich, wenn neben der elektrischen Arbeit, also dem eigentlichen Strombedarf, auch nach der Entwicklung der Jahreshöchstleistung gefragt wird. Die Entwicklung des höchsten Leistungsbedarfs wird allerdings nur von wenigen Unternehmen angegeben werden können, weil die Beantwortung dieser Frage eingehende technische Fachkenntnisse erfordert.

Die Befragung sollte auch Rücksicht auf die unterschiedliche Bedeutung der Abnehmer nehmen. So wird man die wichtigsten Kunden aufsuchen und mit ihnen die Fragen mündlich besprechen. Diese Form der Kontaktpflege wird bekanntlich von den großen Verbundunternehmen durchgeführt. Den gleichen Weg können aber auch die kommunalen EVU gehen. Schließlich ist es oft so, daß auf etwa fünf oder sechs Betriebe 30 bis 50 % des Strombedarfs entfallen. Die übrigen Abnehmer müssen in schriftlicher Form befragt werden. Die eingehenden Antworten sollten nach Abnehmergruppen - also einer verfeinerten Sektorenbildung - zusammengefaßt werden, um prüfen zu können, ob innerhalb einer Branche die weitere Entwicklung einheitlich beurteilt wird. Auch dieser Weg gibt wieder eine Kontrollmöglichkeit für die Beurteilung der Antworten. Aus den eingegangenen Antworten muß die von den Abnehmern durchschnittlich vermutete jährliche Zuwachsrate (zum Beispiel 5 % je Jahr) bzw. die sich zum Ende des Prognosezeitraumes ergebende Zuwachsrate (zum

Beispiel 17 %) ermittelt werden. Für die nicht eingegangenen Antworten wird man den gleichen Prozentsatz unterstellen können. Mit einer 100 %igen Beantwortung der Fragen kann man niemals rechnen. Einen gewissen, durchaus vertretbaren Mut zur Lücke muß man eben, wie auch bei jeder Stichprobenerhebung, aufbringen.

2. Haushalte

An eine Repräsentativerhebung über die Verbrauchserwartungen der Haushalte können nicht die gleichen Erwartungen gestellt werden wie dies bei der Befragung der Industrie- und Gewerbekunden der Fall ist. Eine unmittelbare Prognose des Strombedarfs scheidet von vornherein aus, weil die Haushalte mit dieser Materie nicht vertraut sind. Es bleibt also nichts weiter übrig, als auch hier den Umweg über die künftige Geräteausstattung einzuschlagen und aus dieser den künftigen Strombedarf der Haushalte abzuleiten. Dabei ist zu berücksichtigen, daß es den Haushalten häufig an einer klaren Vorstellung über die Reihenfolge des Erwerbs der größeren Haushaltsgegenstände (Möbel auf der einen, Elektrogeräte auf der anderen Seite) und auch über die genauen Zeitpunkte der Anschaffung fehlt. Es kann daher weder richtig sein, den Befragungszeitraum zu eng zu fassen, ihn also nur auf das laufende Kalenderjahr zu beziehen, noch ihn auf einen Zeitraum auszudehnen, für den ein Haushalt einfach keine Überlegungen mehr anstellt. Nach Ansicht des Verfassers dürfte es daher am sinnvollsten sein, den Abnehmer nach den Elektrogeräten zu fragen, an deren Anschaffung er im Rahmen seiner finanziellen Möglichkeiten innerhalb der nächsten zwei Jahre denkt.

Die Prognose des künftigen Gerätebestandes muß selbstverständlich verbunden werden mit einer Aufnahme des derzeitigen Gerätebestandes und eventuell auch der Verbrauchsgeohnheiten. Dieser Teil der Arbeit dient auch der vom EVU selbst durchgeführten Schätzung des spezifischen Strombe-

darfs je Haushalt bzw. Wohnung. Außerdem müssen auch zu früheren Zeitpunkten Gerätezahlungen vorgenommen worden sein, wenn man von der Entwicklung des Gerätebestandes auf die Entwicklung des Strombedarfs schließen will. Eine nur einmalige Durchführung der Befragungsaktion dürfte keinen großen Sinn haben.

Um möglichst viele beantwortete Fragebogen zu erhalten, sollte man die Fragebogen bei den für die Repräsentativerhebung ausgewählten Haushalten von einem Angestellten des EVU abholen lassen, der auch bei der Beantwortung von Fragen, die dem Haushalt nicht ganz klar sind, helfen kann.

3. Übrige Sektoren

Es wurde schon ausgeführt, daß den übrigen Sektoren im Rahmen des gesamten Strombedarfs im allgemeinen nur eine geringe Bedeutung beizumessen ist. Der Aufwand einer Befragung lohnt sich für diese Sektoren daher im Regelfall nicht. Der Sektor Handel, Dienstleistungen, Kleingewerbe ist auch wegen der Verschiedenartigkeit der verwendeten Geräte sowie wegen der bei diesen Betrieben nicht vorhandenen langfristigen Planung für eine Befragung wenig geeignet. Sollte der Sektor Landwirtschaft eine gewisse Bedeutung haben, kann die Befragung analog zum Haushaltssektor durchgeführt werden.

II. Der Aufbau der Fragebogen

1. Industrie und Gewerbe

Wie im vorigen Abschnitt bereits ausgeführt wurde, unterteilen sich die Fragen in zwei Gruppen, von denen sich die erste mit dem elektrischen Energiebedarf unmittelbar und die zweite mit den Faktoren befaßt. An den Anfang wird man am besten die Frage stellen, wie hoch der Strombedarf im

letzten Geschäftsjahr war, um der Prognose eine feste Ausgangsbasis zu geben. Da sich kaum jemand die Mühe machen wird, die 12 Rechnungen des letzten Geschäftsjahres herauszusuchen und den Strombedarf der einzelnen Monate zu addieren, wird die Antwort auf diese Frage am besten vom EVU vor dem Versand des Fragebogens in diesen eingetragen. Das gilt sinngemäß auch für die Jahreshöchstleistung des letzten Jahres.

Über die als zweckmäßig anzusehenden Fragen wird wohl nie eine völlig einheitliche Auffassung zustandekommen. Der im folgenden aufgestellte Fragebogen bietet jedoch nach Ansicht des Verfassers einen Rahmen für andere Fragebögen, die auf die besonderen Verhältnisse der einzelnen Versorgungsgebiete zugeschnitten sind.

A. Angaben über den Bedarf an elektrischer Energie

- a) Der Jahresstrombedarf im Jahre 1962¹⁾
betrug kWh
Der Strombedarf war gegenüber 1961
gleich
höher %
niedriger %
- b) Die Jahreshöchstleistung im Jahre 1962
betrug kW
Die Jahreshöchstleistung war gegenüber
1961
gleich
höher %
niedriger %
- c) Der Jahresstrombedarf (kWh) wird in den
nächsten 5 Jahren voraussichtlich
gleich bleiben
durchschnittlich jährlich steigen %
durchschnittlich jährlich fallen %
in fünf Jahren um %

1) Im Fragebogen ist das Jahr 1962 als Ausgangsjahr angenommen worden.

- d) Die Jahreshöchstleistung (kW) wird in den nächsten 5 Jahren voraussichtlich ansteigen
- | | |
|-------------|---------|
| je Jahr | % |
| in 5 Jahren | % |
- Die Jahreshöchstleistung wird voraussichtlich gleichbleiben
- Die Jahreshöchstleistung wird voraussichtlich fallen um

B. Angaben über wichtige Faktoren, die den Bedarf an elektrischer Energie beeinflussen

- a) Welche Faktoren haben sich in den letzten drei Jahren auf den Absatzmarkt Ihrer Branche ausgewirkt?

Günstige Faktoren

.....
.....

Ungünstige Faktoren

.....
.....

- b) Beabsichtigen Sie in den nächsten 5 Jahren in Ihren Betrieben, soweit diese im hiesigen Versorgungsgebiet liegen, eine Steigerung der Produktion durchzuführen?

Der Produktionsumfang wird voraussichtlich steigen um

Die Produktionssteigerung soll erreicht werden durch

Erweiterung der Produktionsanlagen

Schaffung neuer Arbeitsplätze in den im hiesigen Versorgungsgebiet gelegenen Betrieben

Stärkere Mechanisierung bzw. Automatisierung

Die Zahl der Arbeitsplätze beträgt heute

Die Zahl der Arbeitsplätze soll innerhalb der nächsten 5 Jahre erhöht werden um

- c) In wieviel Schichten arbeitet Ihr Betrieb?

Ein Übergang auf Schichten wird für die nächsten 5 Jahre erwogen.

- d) Beabsichtigen Sie keine nennenswerte Produktions-erweiterung?

Wird bei Ihnen dennoch eine Mechanisierung bzw. Automatisierung durchgeführt?

- e) Wird der Produktionsumfang Ihrer im hiesigen Versorgungsgebiet gelegenen Betriebe zurückgehen?
Durch Aussiedlung der Betriebe?

2. Haushalte

Bei der Abfassung der Fragen dürften keine wesentlichen Probleme auftauchen. Bei der Vielzahl der Elektrogeräte wird es nicht möglich sein, einen einheitlichen Fragebogen zu entwerfen. Man sollte etwa nach den unter C. aufgeführten Geräten fragen. Soweit die Verbrauchsgewohnheiten untersucht werden sollen, können die betreffenden Fragen nur aus der Sicht des jeweiligen Versorgungsgebietes formuliert werden.

A. Allgemeines

Stellung des Haushaltsvorstandes

Selbständiger?

Beamter?

Angestellter?

Arbeiter?

Pensionär oder Rentner?

Ist die Hausfrau berufstätig?

Wieviele Personen umfaßt Ihr Haushalt?

B. Verbrauchsgewohnheiten

Bereiten Sie Ihre Hauptmahlzeit vormittags oder abends?

In welchem Umfang benutzen Sie die Raumheizung?

zur alleinigen Beheizung

als Zusatzheizung

als Übergangsheizung

C. Vorhandene Elektrogeräte

Herde

Vollherde

Kleinherde

Tischherde

Heißwasserbereiter

Durchlauferhitzer
Speicher oder Boiler
 bis 30 l
 über 30 l
Tauchsieder

Raumheizung

Elektro-Strahlöfen
Lufterhitzer u. a.

Sonstige Geräte

Elektro-Waschmaschinen
Elektro-Kühlschrank
Fernsehgerät
Radio
Staubsauger

Kleingeräte

Bügeleisen
Heizkissen
Rasierapparat
.....

D. Geräte, die in den nächsten zwei Jahren sehr wahrscheinlich angeschafft werden.

An dieser Stelle wird nach den gleichen Geräten wie oben gefragt. Den zukünftigen Bestand an Kleingeräten zu erfassen, scheint jedoch wenig sinnvoll zu sein, weil diese meistens unvorhergesehen angeschafft werden.

Kapitel V

Probleme der Prognosekontrolle

§ 1 Die Aufgaben der Prognosekontrolle

Durch die Kontrolle der Elektrizitätsbedarfsprognose soll festgestellt werden, inwieweit der prognostizierte Verlauf von dem empirischen Verlauf abweicht, und ob es gegebenenfalls erforderlich ist, eine Korrektur der Prognose vorzunehmen. Darüber hinaus hat die Prognosekontrolle aber auch die Aufgabe, Erfahrungen und Unterlagen für künftige Prognosen zu sammeln. Diese doppelte Aufgabe hat die Prognosekontrolle wohl in jedem Wirtschaftszweig. Im Sinne dieser Arbeit interessiert vor allem der zweite Teil der Aufgabe.

Vielfach wird es den EVU nicht möglich sein, sich von vornherein für bestimmte Prognosemethoden zu entschließen, weil bisher noch keine Erfahrungen über die indirekte Anwendung der Extrapolation vorliegen. Außerdem wird es häufig fraglich sein, inwieweit man sich der oberen oder unteren Variante der möglichen Strombedarfsentwicklung annähern soll. Die beiden Varianten entstehen, wie oben ausgeführt worden ist, bei der Schätzung des spezifischen Strombedarfs je Einheit der Bezugsgröße. Die EVU werden daher zweckmäßigerweise zunächst eine Vielzahl von Methoden anwenden müssen, so daß recht verschiedene Ergebnisse durchaus möglich erscheinen. Den EVU bietet sich somit besonders zu Anfang ihrer intensiveren Prognosebemühungen noch ein recht unterschiedliches Bild, das bei einer graphischen Darstellung (Abbildung 20) in Form eines Trichters zum Ausdruck kommt.

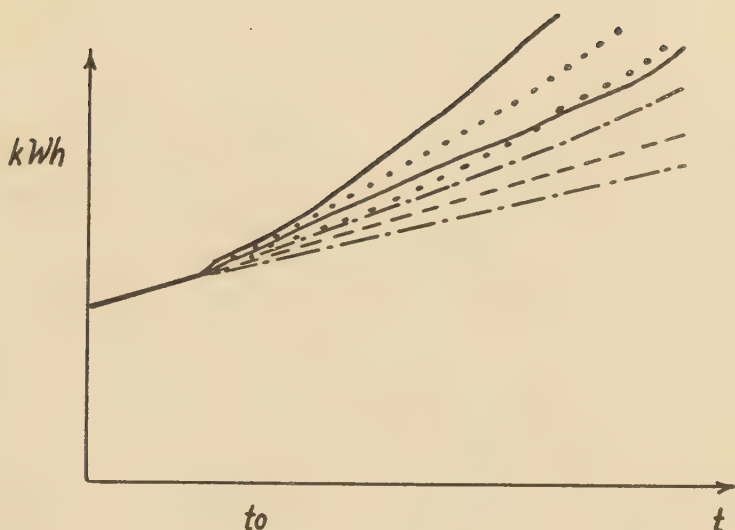


Abb. 20

- direkte Extrapolation
- .-.- verschiedene Methoden der indirekten Extrapolation bei Schätzung einer oberen und einer unteren Grenze für die Entwicklung
-

Mit Hilfe der Prognosekontrolle soll an Hand des empirischen Verlaufs ermittelt werden, welche Methoden bzw. Bezugsgrößen sich in den einzelnen Sektoren oder insgesamt für die Elektrizitätsbedarfsprognose des Versorgungsgebietes am besten eignen. Es wäre unklug, sich nur für eine Methode zu entschließen, weil dann auf die gegenseitige Kontrolle der bei den ausgewählten Methoden erzielten Ergebnisse verzichtet werden müßte.

§ 2 Die Durchführung der Prognosekontrolle

A. Der Umfang der Prognosekontrolle

Die Kontrolle der Elektrizitätsbedarfsprognose wird von den kommunalen EVU in Form eines Soll-Ist-Vergleiches zwischen dem für die einzelnen Jahre geschätzten und dem tatsächlich eingetretenen Bedarf durchgeführt. Stellt sich heraus, daß der Bedarf zu niedrig bzw. zu hoch angesetzt worden ist, wird die weitere Entwicklung entsprechend korrigiert. Diese Methode ist der direkten Anwendung der Extrapolation angepaßt, die eine andere Form der Kontrolle auch gar nicht zuläßt. Es liegt auf der Hand, daß dieser einstufige Soll-Ist-Vergleich wenig zu einer Anreicherung an Erfahrungen und zu einer Zusammenstellung statistischer Unterlagen für künftige Prognosen beitragen kann. Letztlich können die auf diesem Wege gewonnenen Erkenntnisse höchstens der Intuition eine etwas breitere Grundlage bieten. So kann beispielsweise die Erfahrung gewonnen werden, daß man bei der Schätzung bisher stets zu niedrig gelegen hat. Das schließt jedoch nicht aus, daß bei einer späteren Beurteilung der zur Zeit laufenden Prognose gerade die vorsichtige Betrachtungsweise erstmalig angebracht gewesen wäre.

Für eine Kontrolle der bei Anwendung der indirekten Extrapolation aufgestellten Elektrizitätsbedarfsprognose reicht der einstufige Soll-Ist-Vergleich jedoch nicht mehr aus, weil er zu oberflächlich ist. So kann eine Strombedarfsprognose, bei der diese einfache Form der Prognosekontrolle zu einer durchaus noch vertretbaren Übereinstimmung zwischen dem geschätzten und dem tatsächlich eingetretenen Bedarf führt, dennoch falsch sein und damit bei späteren Prognosen zu abwegigen Schlüssen verleiten, wenn beispielsweise die exogenen Parameter bzw. die Bezugsgrößen eine völlig unerwartete Entwicklung genommen haben, die jedoch durch die ebenfalls nicht vorhergesehenen Entwicklung anderer Faktoren kompensiert worden ist (Faktorkompensation). Zur Vermeidung derartiger Fehler ist es daher erforderlich,

die exogenen Parameter und die Koeffizienten bzw. die Bezugsgrößen und deren spezifischen Strombedarf in die Kontrolle einzubeziehen. Die Strombedarfsprognose muß also in erster Linie von den Faktoren aus kontrolliert werden. Denn nur auf diesem Wege ist es möglich, die Bedeutung der Faktoren für die Entwicklung des Strombedarfs genauer zu erfassen. Durch die laufende Aufzeichnung der Faktoren gewinnt man außerdem die für spätere Prognosen erforderlichen statistischen Unterlagen, die, wie schon öfters ausgeführt worden ist, häufig fehlen. Erst in einem zweiten Schritt folgt der Soll-Ist-Vergleich zwischen der prognostizierten und der später eingetretenen Entwicklung. Die Methode der indirekten Extrapolation führt also zwangsläufig zu einem zweistufigen Soll-Ist-Vergleich.

Mit der Kontrolle der Faktoren ist eine Analyse eventueller außergewöhnlicher Ereignisse verbunden, die den Strombedarf innerhalb des Prognosezeitraumes erheblich beeinflussen haben können. Bei diesen außergewöhnlichen Ereignissen sind zwei Gruppen zu unterscheiden. Die erste Gruppe führt bei einer entsprechenden quantitativen Auswirkung zu einer Änderung der Prognose. Dieser Fall kann zum Beispiel bei überraschenden Betriebsschließungen oder betriebseröffnungen eintreten. Der Einfluß dieser Ereignisse kann nur selten vorhergesehen werden.

Für die Prognose ist jedoch die zweite Gruppe interessanter. Diese Gruppe umfaßt die beiden Faktoren Konjunkturschwankung und Temperatur. Wenn man auch in Versorgungsgebieten, in denen die Vollbeschäftigung bereits erreicht worden ist, davon ausgehen soll, daß dieser Zustand weiter erhalten bleibt, muß man dennoch mit einer zeitweiligen Konjunkturerhitzung rechnen. Bei starken und lang anhaltenden Frostperioden, die häufig auch mit Versorgungsengpässen auf dem Gebiet der Kohle- und Heizölversorgung verbunden sind, wird stets ein erheblicher Bedarf für die elektrische Zusatzheizung auftreten. Der Einfluß dieser beiden

Faktoren muß also von vornherein bei der Aufstellung der Prognose berücksichtigt werden. Es bereitet aber erhebliche Schwierigkeiten, den Umfang des Einflusses der beiden Faktoren festzulegen. Mit Hilfe einer über mehrere Jahre hindurch vorgenommenen Faktorkontrolle muß es jedoch durchaus für möglich gehalten werden, den Einfluß dieser beiden Faktoren näher einzugrenzen und einen den Verhältnissen des jeweiligen Versorgungsgebietes angepaßten Schwankungsbereich zu finden, der den Einfluß dieser beiden Faktoren berücksichtigt.

B. Die Korrektur der Prognose

Wenn sich der empirische Verlauf immer mehr von der prognostizierten Entwicklung entfernt, wird irgendwann einmal der Punkt erreicht werden, in dem die Prognose korrigiert werden muß, um neue Unterlagen für die erforderlich gewordene Änderung der Kraftwerksplanung und der Wirtschaftlichkeitsrechnungen bereitzustellen.¹⁾ Die Korrektur der Prognose steht im engen Zusammenhang mit der Frage, welche Genauigkeit von dem Prognoseergebnis verlangt werden muß. Die erforderliche Genauigkeit ist für die Auswahl der Methoden bzw. für die Intensität der Prognosebemühungen von erheblicher Bedeutung.

Die Korrektur der Prognose spielt sowohl bei einem unerwarteten Mehrbedarf als auch bei einem unerwarteten Minderbedarf eine Rolle. Allerdings sind die Folgen einer Fehlprognose im letzteren Fall nicht so erheblich, weil das EVU seiner primären Aufgabe, nämlich der Versorgungspflicht, nachzukommen vermag. Auch sind die Anpassungsmaßnahmen an die eingetretene Entwicklung, die in einer zeitlichen Verschiebung des nächsten Bauabschnittes bzw.

¹⁾ Es sei unterstellt, daß eine Korrektur der Prognose wegen des Effektes einer Faktorkompensation nicht erforderlich ist.

der Unterbrechung schon begonnener Bauarbeiten sowie in der Stromabgabe an fremde EVU und in der Drosselung des Fremdstrombezuges liegen, an sich recht einfach durchzuführen, wenngleich diese Maßnahmen die Kosten- und Ertragslage des EVU ungünstig beeinflussen werden. Da die Versorgungspflicht für die Kraftwerksplanung den obersten Grundsatz bildet, sei im folgenden von einem im Vergleich zur prognostizierten Entwicklung eingetretenen Mehrbedarf ausgegangen.

Die Korrektur der Elektrizitätsbedarfsprognose hängt grundsätzlich von der Reserveleistung ab. Die Reserveleistung (N_R) wird in kW ausgedrückt. Sie ist die Differenz zwischen der installierten Leistung (N_1) und der aufgetretenen oder prognostizierten Belastung (N_b)

$$N_R = (N_1 - N_b) \text{ kW}$$

Bei der Annahme, daß die Reserveleistung unendlich groß ist, spielt ein höherer als der prognostizierte Bedarf keine Rolle. Letztlich brauchten gar keine Prognosen aufgestellt zu werden. Ist für einen von der Prognose abweichenden Strombedarf keine Reserveleistung vorhanden, muß jeder unerwartete Mehrbedarf zu einer Korrektur der Prognose bzw. zu einer Änderung der Planung führen. Diese beiden Hypothesen sind zwar wirklichkeitsfremd, sie zeigen jedoch, daß die an die Prognose zu stellende Genauigkeit eine Funktion der Reserveleistung ist.

Das Problem der optimalen Reservehaltung liegt außerhalb des Themas. Diese Frage läßt sich nicht einheitlich beantworten, sondern ist nur auf Grund eines Systems sich stufenweise ändernder Annahmen lösbar. Sicherlich wird die relative Reservehaltung unter anderem auch von der Struktur der Abnehmerschaft bestimmt, weil bei vielen kleinen Abnehmern eine gleichmäßigere Entwicklung des Strombedarfs zu

erwarten ist als bei dem Vorhandensein einiger großer Abnehmer. Ebenso wird die Größe der Versorgungsgebiete eine erhebliche Rolle spielen.

Für größere Versorgungsgebiete ist in der Elektrizitätswirtschaft aus der Erfahrung heraus als Anhaltspunkt eine Faustregel entwickelt worden, nach der ein Reservefaktor (r) von mindestens 1,2 vorhanden sein muß.¹⁾ Als Reservefaktor bezeichnet man das Verhältnis zwischen der installierten Leistung und der Belastung

$$r = N_i : N_b$$

Die Reservierung soll aber außerdem so bemessen sein, daß auch nach dem Ausfall der größten Stromerzeugungsanlage (Maschine oder Kessel) noch eine ausreichende Reserveleistung vorhanden ist. Hält beispielsweise ein EVU die Linie AB für die obere Grenze der Strombedarfsentwicklung (Abbildung 21) und wird ein Reservefaktor von 1,2 für erforderlich gehalten, muß eine Korrektur der Prognose durchgeführt werden, wenn der Strombedarf die stufenweise geführte Linie CD zu überschreiten droht. Die Differenz zwischen CD und den zwischen E und F eingetragenen Kraftwerksstufen gibt die dem Reservefaktor entsprechende Reserveleistung wieder. Die Korrektur der Prognose kann natürlich nicht erst eingeleitet werden, wenn der Strombedarf die Sicherheitslinie CD schon erreicht hat. Die Korrektur muß so vorgenommen werden, daß für die Durchführung der Anpassungsmaßnahmen noch genügend Zeit vorhanden ist. Sofern die Möglichkeit des Fremdstrombezuges besteht, müssen die Anpassungsmaßnahmen, die ja auch wieder eine neue Prognose erfordern, etwa ein Jahr vor dem Erreichen der Sicherheitslinie durchgeführt werden, um bei den Vertrags-

¹⁾ Berkenhoff, Georg, Energie von A bis Z, Kleines Lexikon der kommunalen Strom- und Gasversorgung, München 1954, S. 133

abschlüssen nicht durch Zeitnot unter Druck gesetzt zu werden. Sofern das EVU jedoch eigene Anlagen für die Reservehaltung bauen will, muß der Bereitstellungsabschnitt des gesamten Prognosezeitraumes eingehalten werden. Dieser Fall liegt beispielsweise in West-Berlin vor, weil dort keine Möglichkeiten für den Fremdstrombezug bestehen.

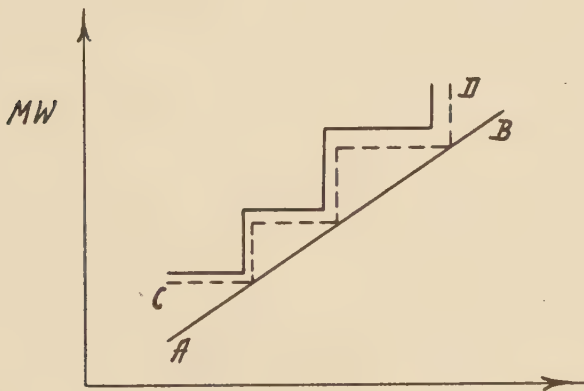


Abb. 21

Je genauer der künftige Strombedarf prognostiziert werden kann, desto sicherer kann auch die sehr teure Reservekapazität geplant werden. Diese beträgt beispielsweise bei einem Strombedarf von 1 Mrd kWh¹⁾, einer Benutzungsdauer von 4 000 Stunden und einem Reservefaktor von 1,2 etwa 50 MW. Die Ausgaben für die Installation dieser Reserveleistung dürften 22,5 bis 25 Mill. DM betragen. Wird die Reserveleistung auf Grund eines Bezugsvertrages mit einem fremden EVU bereitgestellt, sind die Bereitstellungsgebühren ebenfalls beträchtlich.

1) Zum Vergleich: Der Strombedarf in West-Berlin betrug im Geschäftsjahr 1961/62 2,41 Mrd kWh, Die Welt, Nr. 15, vom 18. 1. 1963, S. 11

Die sprunghafte Erhöhung der Kraftwerkskapazitäten hat einen erheblichen Einfluß auf den Genauigkeitsgrad der Prognose. Ist eine neue Anlage gerade gebaut worden, dann ist meistens in der folgenden Zeit eine reichliche Reserveleistung durch die alten Anlagen vorhanden. In einer derartigen Situation kann die Strombedarfsprognose mit Hilfe wenig arbeitsaufwendiger Methoden, eventuell sogar unter Anwendung der direkten Extrapolation, durchgeführt werden. Die Prognosebemühungen müssen dagegen intensiviert werden, je mehr sich der Strombedarf der Sicherheitslinie CD nähert.

S c h l u ß

Die Untersuchung ergab folgendes:

1. Der Prognosezeitraum sollte den doppelten Zeitabschnitt umfassen, der für den Bau des Kraftwerkes erforderlich ist. Einen Mindestprognosezeitraum stellt der Bereitstellungsabschnitt dar.
 2. Von den vorhandenen Prognosemethoden kommen als selbständig anwendbare Methoden nur die direkte und die indirekte Extrapolation in Betracht. Im Rahmen dieser beiden Methoden werden die induktive und die deduktive Methode und vor allem der Analogieschluß jedoch hilfsweise herangezogen. Man kann also nicht von einer einheitlichen Prognosemethode sprechen.
 3. Die Anwendung der in der Gegenwart üblichen direkten Extrapolation ist nur unter ganz präzisen Voraussetzungen möglich. Von der Faustregelmethode sollte generell kein Gebrauch gemacht werden.
 4. Die eigentlichen Fortschritte sind nur von der indirekten Extrapolation zu erwarten. Bei den Faktoruntersuchungen kann auf eine besondere Berücksichtigung des durch das absatzpolitische Instrumentarium ausgelösten höheren Bedarfs verzichtet werden. Eine auf Maßnahmen des kommunalen EVU zurückzuführende Steigerung des Strombedarfs kann im wesentlichen auch nur bei dem Sektor Haushalt auftreten. Nach Auffassung des Verfassers muß man jedoch von der Annahme ausgehen, daß für einen intensiveren Einsatz des absatzpolitischen Instrumentariums kein bedeutsamer Aktionsspielraum mehr vorhanden ist und daß von dem Instrumentarium in der Zukunft etwa der gleiche Erfolg wie in der Vergangenheit erwartet werden kann.
- Außerdem ist eine Quantifizierung des Erfolges in der Praxis kaum durchführbar. Sofern in dem betreffenden Versorgungsbereich die Vollbeschäftigung schon erreicht worden

ist, muß sie auch weiterhin unterstellt werden, um die Versorgung nicht zu gefährden. Auf dem Wärmemarkt können die Konkurrenzenergien unter Umständen Unsicherheiten mit sich bringen, aber schon wegen der Versorgungspflicht kann dieser Einfluß kaum berücksichtigt werden.

Qualifizierte mathematische Methoden (Mehrfachregression) sollten nicht zum Zuge kommen, weil durch den mit ihnen verbundenen höheren Arbeitsaufwand wegen der Unsicherheiten der Faktorschätzung, der Bestimmung und der Geltungsdauer der Koeffizienten keine genaueren Ergebnisse erzielt werden können als bei der Anwendung mathematisch einfacher und wenig arbeitsaufwendigerer Methoden. Die Mehrarbeit führt nicht immer zu fundierteren Prognoseergebnissen. Diese Auffassung wurde konsequent - auch bei kleineren Arbeiten, wie denjenigen der Trendbestimmung - vertreten.

Für den Sektor Industrie kann der Industrieproduktionsindex für größere Versorgungsgebiete einen geeigneten Parameter darstellen, und zwar besonders für den Bereitstellungsabschnitt. Da für mittlere Großstädte erst in den letzten Jahren Indices errechnet worden sind, stehen entsprechende Erfahrungen noch aus. Ein abschließendes Urteil ist nicht möglich. Auf keinen Fall kann der Industrieproduktionsindex auf Grund der bisher vorliegenden Erfahrungen grundsätzlich abgelehnt werden.

Nach Ansicht des Verfassers sind die Methoden, die auf den spezifischen Strombedarfsziffern aufbauen, für die Strombedarfsprognose bei kommunalen EVU am geeignetesten. Diese Methoden stellen einen Mittelweg zwischen der direkten Extrapolation und den qualifizierten mathematischen Methoden der Mehrfachregression dar. Sie kommen auch den besonderen Problemen entgegen, die sich aus der verhältnismäßig geringen Größe der kommunalen Versorgungsgebiete ergeben. Die Methoden bauen auf einer Faktorspaltung auf, bei der

die Bezugsgröße und der spezifische Strombedarf je Einheit der Bezugsgröße getrennt zu schätzen sind. Die schwierigsten Probleme gibt die Bestimmung der spezifischen Strombedarfsziffern auf, die nach Ansicht des Verfassers auf Grund ihres bisherigen Verlaufes unter Berücksichtigung der künftigen Entwicklung einiger ausschlaggebender Faktoren, über deren Entwicklung und Einfluß auf den Strombedarf aus der Vergangenheit heraus gegebenenfalls bestimmte Annahmen zu setzen sind, prognostiziert werden können. Das führt zu einer weiteren Aufspaltung in Einzel- und Gruppenfaktoren. Der Haushaltsstrombedarf kann nur auf Grund einer vom EVU durchgeführten Schätzung der künftigen Geräteausstattung oder durch eine Befragungsaktion, die auch bei der Industrie vor allen Dingen für den Bereitstellungsabschnitt sehr sinnvoll ist, ermittelt werden. Die übrigen Sektoren treten in ihrer Bedeutung weit hinter Industrie und Haushalt zurück. Da eine Faktoruntersuchung für die Prognose des spezifischen Strombedarfs dieser Sektoren nicht durchführbar oder wegen der geringen Größe dieser Sektoren nicht sinnvoll ist, sollte man sich auf eine Extrapolation des spezifischen Strombedarfs beschränken und besonderen Wert auf die Schätzung der Bezugsgrößen legen. Häufig wird man bei den kleineren Sektoren auf die indirekte Extrapolation zugunsten der direkten Extrapolation des Strombedarfs verzichten können.

Das Prognoseergebnis darf nicht nur mit Hilfe einer einzigen Methode bestimmt werden. Es sind mehrere Methoden heranzuziehen, deren Ergebnisse sich gegenseitig kontrollieren und die Pendelbreite der möglichen Entwicklung einengen. Dabei sollte auch die direkte Extrapolation berücksichtigt werden, um zu prüfen, inwieweit die durch die verschiedenen Methoden der indirekten Extrapolation gewonnenen Ergebnisse vom Ergebnis der direkten Extrapolation abweichen.

Eine Verbesserung der Prognose mit der indirekten Extrapolation setzt ein umfassendes statistisches Material voraus, das zum Teil heute noch nicht zur Verfügung steht. Die EVU werden sich die erforderlichen Unterlagen auch nicht immer selbst erarbeiten können. Gegebenenfalls müssen die Statistischen Ämter und die Industrie- und Handelskammern zu einer Bereitstellung bestimmter Unterlagen gesetzlich verpflichtet werden. Das liegt durchaus im Interesse des Allgemeinwohles.

5. Um Erfahrungen und Unterlagen für künftige Prognosen zu erhalten, sollte die Prognosekontrolle auch in Form einer Faktorkontrolle und nicht nur in Form des bisher allgemein üblichen Soll-Ist-Vergleiches des Strombedarfs durchgeführt werden.

L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s

- Arbeitsgemeinschaft deutscher wirtschaftswissenschaftlicher Forschungsinstitute e. V., Bonn: Untersuchung über die Entwicklung der gegenwärtigen und der zukünftigen Struktur von Angebot und Nachfrage in der Energiewirtschaft der Bundesrepublik unter besonderer Berücksichtigung des Steinkohlenbergbaues. Auf Beschluß des Deutschen Bundestages vom 12. Juni 1959 durchgeführt. Berlin 1962
- Berkenhoff, Georg: Energie von A bis Z, Kleines Lexikon der kommunalen Strom- und Gasversorgung, München 1954
- Dennhardt, A.: Neue Wege im Betriebsfernmeldewesen der Elektrizitätsversorgung. In: Elektrizitätswirtschaft 1953, S. 1 - 5
- Edison Electric Institute: Langfristige Vorhersage der Spitzenbelastung. Übersetzung einer unveröffentlichten Untersuchung durch die Berliner Kraft- und Licht-AG (BEWAG)
- Fischer, Bernd: Die zukünftige Entwicklung des Strombedarfs in der Bundesrepublik Deutschland. Diss. Nürnberg 1960
- Fischer, Klaus-Dieter: Die voraussichtliche Entwicklung des Elektrizitätsbedarfs in der Bundesrepublik Deutschland bis 1975. In: Elektrizitätswirtschaft 1962, S. 352 - 358
- Fischer, R. A.: Statistische Methoden für die Wissenschaft, 12. Aufl., Edinburgh 1956
- Flaskämper, Paul: Allgemeine Statistik, Teil I, 2. Aufl., Hamburg 1949
- Kellerer, Hans: Statistik im modernen Wirtschafts- und Sozialleben, Hamburg 1960
- Klein, L.R.: A Textbook of Econometrics, Evanston und White Plains 1953
- Koch, Helmut: Probleme unternehmerischer Prognose. In: Wirtschaftsprognose und Wirtschaftsgestaltung; herausgegeben von Hans Bayer, Berlin 1960
- Zur Diskussion der Ungewißheitstheorie. In: Zeitschrift für handelswissenschaftliche Forschung 1960, S. 49 - 75

- Koch, Helmut: Betriebliche Planung. In: Die Wirtschaftswissenschaften, Wiesbaden 1962
- Koch, Käthe: Die Entwicklung des Energieverbrauchs der Investitions- und Verbrauchsgüterindustrien in der Bundesrepublik 1950 - 1956. In: Vierteljahreshefte für Wirtschaftsforschung 1957, S. 291 - 307
- Struktur und Rationalisierung des Energieverbrauchs der verarbeitenden Industrie des Bundesgebietes bis 1958. In: Vierteljahreshefte für Wirtschaftsforschung 1959, S. 192 - 209
- Krengel, Rolf und Koch, Käthe: Die Entwicklung des Energieverbrauchs der westdeutschen Industrie von 1950 bis 1955 und seine Rationalisierung. In: Vierteljahreshefte für Wirtschaftsforschung 1956, S. 231 - 245
- Menge, A.: Darf man in der Elektrowirtschaft prophezeien. Eine biologische Studie. In: Technik und Wirtschaft 1933, S. 37 - 44
- Menges, Günter: Ökonometrie. In: Die Wirtschaftswissenschaften, Wiesbaden 1961
- OEEC: The Electric Supply Industry in Europe, Paris 1953 (El 53)
- Ott, Georg M.: Geräte- und Verbrauchsanalyse im Haushalt, In: Österreichische Zeitschrift für Elektrizitätswirtschaft, Sonderdruck aus 14. Jahrgang 1961, Heft 6 und 7, S. 256 - 299
- Rheinisch-Westfälisches Institut für Konjunkturforschung: Die Lage der Energiewirtschaft. In: Konjunkturberichte 1958, S. 46 - 49
- Sardemann, Fritz: Noch einmal: Wert und Unwert von Energieprognosen. In: Elektrizitätswirtschaft 1959, S. 86 - 89
- Entwicklung des Elektrizitätsverbrauchs der Haushalte in der Bundesrepublik Deutschland. In: Elektrizitätswirtschaft 1962, S. 841 - 843
- Noch einmal das Thema Prognosen. In: Elektrizitätswirtschaft 1955, S. 173
- Schmedtje, Jochen: Sozialprodukt und Volkseinkommen. In: Wirtschaft und Statistik 1952, S. 479

- Schreiber, Bernd: Mehr Produktion mit weniger Energie. In:
Wirtschaftskonjunktur, Berichte des IFO-In-
stituts für Wirtschaftsforschung 1960,
S. 46 - 49
- Steiner, Helmut: Tendenzen der Stromverbrauchsentwicklung.
In: Elektrizitätswirtschaft 1953, S. 283 -
287, 458 - 462
Energieprognosen in Theorie und Praxis. In:
Elektrizitätswirtschaft 1951, S. 585 - 592
- Stork, Erich: Vollelektrifizierte Großsiedlungen, Elektri-
zität 1962, S. 81 - 85
- Strahringer, Wilhelm: Beeinflussen die Stromtarife den
Haushaltsstromverbrauch? Frankfurt a. M. 1962
Die Sättigung des Haushalts mit Elektrogerä-
ten bei einem Überlandwerk, Frankfurt a. M.
1962
- Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke: Elektrizitäts-
verbrauchs-Prognosen bei den EVU der Bundes-
republik Deutschland, Frankfurt a. M. 1960,
Nicht veröffentlichte Untersuchung
- Zentralverband der elektrotechnischen Industrie e. V.:
Die voraussichtliche Entwicklung der Stromer-
zeugung in der Bundesrepublik 1956 - 1965,
Berlin 1957
- Zillmer, Werner: Gerätesättigung und Stromabsatz. In:
Elektrizität 1961, S. 227 - 229

L e b e n s l a u f

Am 15. Februar 1933 wurde ich in Mayen als Sohn des Ingenieurs für Vermessungstechnik Johannes Röhricht und seiner Frau Hedwig, geb. Zaehren, geboren. Ich bin deutscher Staatsangehöriger.

Die Grundschule besuchte ich in Flensburg, Bielefeld, Vionville, Metz, Marburg a. d. Drau und anschließend - mit mehrmaligen kriegsbedingten Unterbrechnungen - die Oberschule in Marburg a. d. Drau, Oppeln / Oder und Bielefeld. Die Reifeprüfung bestand ich am 30. März 1954 an der Wirtschaftsoberschule in Frankfurt am Main. Vom Sommersemester 1954 bis zum Wintersemester 1956/57 studierte ich an der Johann Wolfgang Goethe-Universität in Frankfurt Betriebswirtschaft. Für zwei Semester war ich Mitglied des Studentenparlamentes. Im Sommersemester 1957 setzte ich das Studium an der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster fort; hier bestand ich am 2. Juni 1959 die Diplomprüfung für Kaufleute mit gutem Erfolg. Seit Juni 1959 bin ich bei einer Wirtschaftsprüfungsgesellschaft beschäftigt, für die ich auch während der Semesterferien als freier Mitarbeiter ständig tätig war. Die Gesellschaft führt hauptsächlich Pflichtprüfungen und Gutachten bei kommunalen Energiebetrieben durch. Für die Fertigstellung der Dissertation erhielt ich zwei Jahre Sonderurlaub. In dieser Zeit war ich drei Semester wissenschaftlicher Hilfsassistent an zwei betriebswirtschaftlichen Instituten der Westfälischen Wilhelms-Universität.

